b) Executa-se uma titulação em presença de calcon ou de calceína tal como se descreveu em «Doseamento de cálcio em argilas».

4 — CÁLCULO E EXPRESSÃO DOS RESULTADOS

O resultado exprime-se em percentagem e calcula-se a partir da expressão:

$$\% \text{ MgO} = \frac{4{,}032 \times f \times (V - V')}{m} \quad \frac{V_2}{V_1}$$

sendo

f = molaridade da solução de EDTA empregada;

V — o volume, em cm^3 de EDTA gasto na titulação em presença do azul de metiltimol;

V' — o volume em cm^3 da mesma solução gasta em presença do calcon;

V_1 — a parte alíquota, em cm^3, retirada do filtrado cujo volume será V_2, também em cm^3, e

m — a massa do provete inicial expressa em gramas

Se a solução de EDTA for 0,025 M, o provete inicial de 1 g, e de 25 cm^3 a parte alíquota retirada de 250 cm^3 do filtrado, a expressão anterior transforma-se em:

$$\% \text{ MgO} = 1{,}008\ (V - V')$$

G — Doseamento do óxido de manganês

1 — RESUMO DO PROCESSO

Após separação da sílica procede-se á oxidação do manganês por meio de periodato de potássio determina-se a densidade óptica da solução resultante.

A partir de uma curva de calibragem determina-se o teor de óxido de manganês.

2 — REAGENTES

a) Solução padrão de permanganato de potássio (1 cm^3 ◇ 0,1 mg de Mn_2O_3). — Dissolvem-se 0,050 g em 200 cm^3 de água. Procede-se à redução do permanganato por passagem de uma corrente de dióxido de enxôfre. Transvasa-se para balão de 250 cm^3 e perfaz este volume com água.

b) Ácido nítrico (d=1,42)

c) Ácido ortofosfórico (d=1,75)

d) Periodato de potássio em cristais

e) Anónia (1:1)

f) Solução de nitrito de sódio — dissolvem-se 5g em 100 cm^3 de água.

3 — APARELHOS ESPECIAIS

Absorciómetro fotoeléctrico de qualquer tipo que permita a realização do ensaio nas condições especificadas. Pode também utilizar-se um espectofotómetro

4 — TÉCNICA

4.1 — Efectua-se paralelamente um ensaio testemunha dos reagentes.

4.2 — Do filtrado A, obtido após eliminação da maior parte da sílica (ver doseamento da sílica em argilas) retira-se uma parte alíquota, contendo até 2,5 mg de' Mn_2O_3. Adicionam-se 5 cm^3 de ácido nítrico (d=1,42) e 2 cm^3 de H_2SO_4 d=1,84 e leva-se a fumos de sulfúrico.

Juntam-se 5 cm^3 de ácido ortofosfórico e 0,3 g a 0,5 g de periodato de potássio. Leva-se à ebulição, que se deve manter até que se desenvolva a cor característica do permanganato e o volume da solução seja inferior a 60 cm^3. Se não aparecer coloração deverá reduzir-se a acidez da solução adicionando com precaução solução de amónia.

Após o aparecimento da coloração, aquece-se em placa durante 30 minutos a uma temperatura próxima da ebulição, arrefece-se e passa-se para balão graduado de 100 cm^3. Leva-se o volume da solução ao traço.

Determina-se a densidade óptica da solução, num comprimento de onda de 520 a 525 nm (μm), utilizando célula de 1 cm de espessura e tomando como referência a água destilada. Adiciona-se solução de nitrito de sódio até descorar e 2 gotas em excesso e determina-se novamente a densidade óptica da solução. A diferença entre os dois valores corresponde à cor do ião MnO_4^-. Pode também fazer-se a leitura da densidade óptica da solução corada em relação à solução tratada com nitrito de sódio como se indicou, obtendo-se então directamente o valor correspondente à cor do ião MnO_4^-.

A partir da curva de calibragem determina-se a quantidade de Mn_2O_3 existente na solução, depois de deduzido o valor correspondente ao ensaio testemunha.

4.3 — *Traçado da curva de calibragem*

Tomam-se para copos do 250 cm^3 0, 2, 5, 10, 20 e 25 cm^3 da solução padrão de permanganato que correspondem a 0; 0,2; 0,5; 1, 2 e 2,5 mg de Mn_2O_3.

Procede-se como se indica em 4.2 a partir da adição de ácido fosfórico inclusivé.

Constrói-se a curva densidade óptica — quantidade, de Mn_2O_3 em mg.

5 — CÁLCULO E EXPRESSÃO DOS RESULTADOS

Sendo

A — a quantidade de Mn_2O_3 determinada da curva em miligramas,

M — a massa do provete inicial em gramas,

V — o volume a que se levou o filtrado da sílica e

V' — o volume da parte alíquota retirada, ambos expressos na mesma unidade, o teor em Mn_2O_3, que se exprime em percentagem, é dado por

$$Mn_2O_3\ \% = \frac{A \cdot V}{M \cdot V'}$$

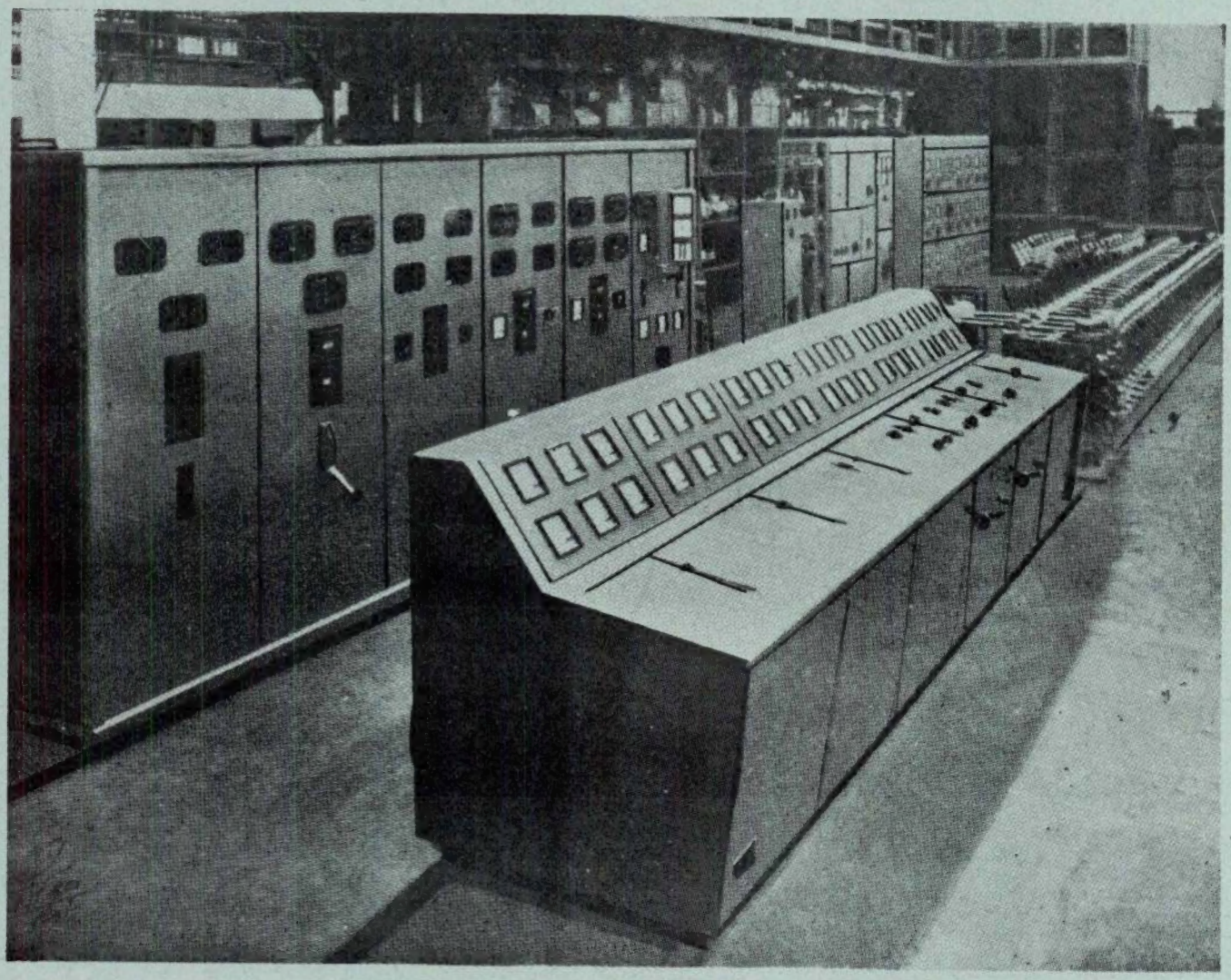
JAYME DA COSTA, L^DA

MECÂNICA E ELECTRICIDADE EM TODAS AS APLICAÇÕES

PORTO
Praça da Batalha, 12
Telef. 2 28 12 (PPC)

LISBOA
Rua dos Correeiros, 14
Telef. 32 70 35 (PPC)

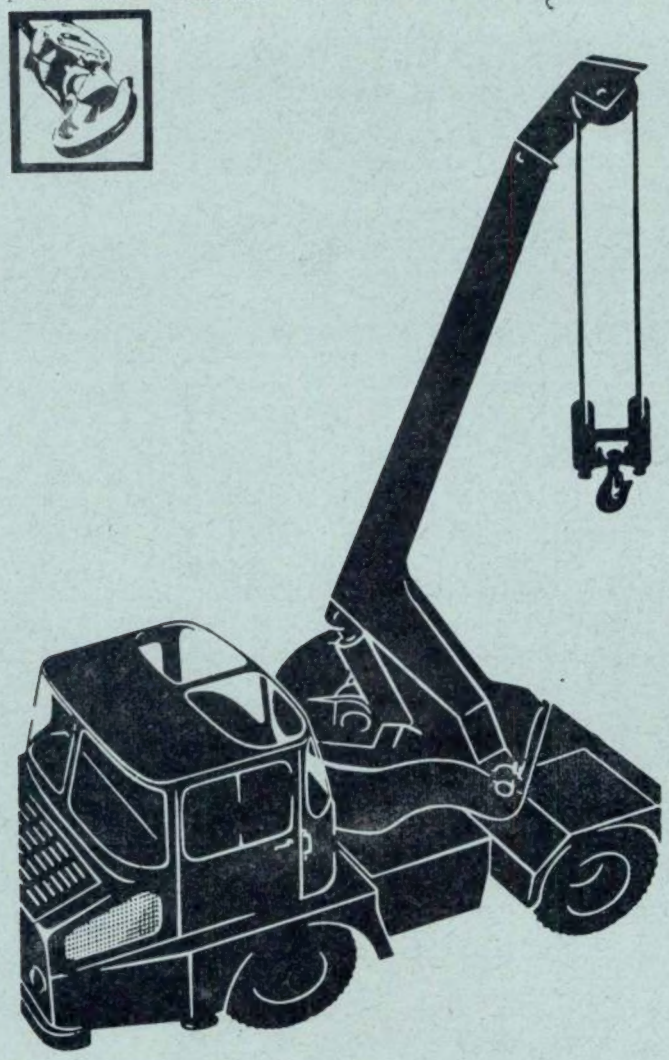
LUANDA
Cx. Postal 5174
Telef. 4743



Material fabricado nas nossas oficinas, pronto para expedição

- Fabricação de aparelhagem eléctrica de alta e baixa tensão
- Equipamentos electromecânicos completos para centrais e fábricas
- Postos de transformação tipo monobloco
- Quadros blindados, capsulados e em armário
- Armaduras de iluminação de todos os tipos
- Contadores eléctricos e instrumentos de medida
- Telemedida e telecomando
- Instalações elevatórias de água
- Instalações de saneamento e esgotos
- Ferramentas de corte
- Motores Diesel industriais e marítimos
- Fogões eléctricos
- Frigoríficos
- Ventilação e condicionamento de ar
- Aparelhagem de Raios X e electromedicina

DEMAG EQUIPA TODA A INDUSTRIA



Mobilize grandes forças!

Nos carregamentos, no transporte, no empilhamento, na montagem - em serviço nos depósitos e estaleiros - em toda a parte as gruas móveis «Demag» dão provas do seu grande rendimento e justificam a confiança nelas depositada. As gruas móveis «Demag» são construídas segundo a técnica mais evoluída, sendo uma combinação perfeita do guindaste e do automóvel.

Convença-se por si próprio das possibilidades da grua móvel «Demag». Os nossos especialistas estão ao vosso dispor. Uma assistência exemplar garante a eficiência da vossa máquina.

ROMAR — UMA ORGANIZAÇÃO AO SERVIÇO DA INDUSTRIA

SOCIEDADE COMERCIAL ROMAR, LDA.

LISBOA – TRAVESSA DA GALÉ, Nº 9. TEL. 635670 / 634061 • PORTO – R. DE SÁ DA BANDEIRA, Nº 589/603. TEL. 25871/32205

C. D. U. 539.4 : 666.982 + 083

SEGURANÇA EM RELAÇÃO À DEFORMAÇÃO DE VIGAS E LAJES DE BETÃO ARMADO. TABELAS DE CÁLCULO

por ANTÓNIO MEXIA HEITOR
Engº. civil (I. S. T.)

RESUMO

Apresentam-se tabelas que facilitam a verificação da segurança em relação à deformação, de acordo com o Regulamento de Estruturas de Betão Armado, para os casos mais correntes de vigas e lajes submetidas a cargas uniformemente distribuídas.

SYNOPSIS

Some tables to testify the security factor to the deformability for the more general cases of slabs and beams under uniformly distributed load are worked out, according to the Portuguese Code of Reinforcing Concrete (REBA 67).

1 — INTRODUÇÃO

O actual regulamento de betão armado (R. E. B. A.) introduziu a noção de segurança em relação à deformação das vigas e lajes de betão armado. No Anexo II do mesmo regulamento vem indicado um método para cálculo de deformação em vigas.

Nos artigos 53.º, 58.º e 63.º definem-se relações vão-altura, 1/h, que sendo verificadas dispensam o cálculo das flechas dos elementos em causa.

Ao projectista de betão armado, quando da elaboração dos cálculos, podem aparecer duas situações:

— A altura escolhida para o elemento a calcular obedece à relação 1/h definida no R. E. B. A. não sendo necessário neste caso realizar qualquer outra verificação das flechas.

— A altura escolhida é inferior à definida pela relação 1/h, então será necessário proceder ao cálculo da flecha de acordo com o método indicado no Anexo II, quando este seja aplicável, ou por outro método em caso contrário.

Verifica-se que os coeficientes K, que definem 1/h, indicados nos artig.ºs 53.º e 63.º, respectivamente para lajes e para vigas, foram necessáriamente obtidos por considerações de ordem muito geral, não tendo sido possível atender a todos os parâmetros importantes que condicionam o fenómeno. Assim, os coeficientes são definidos em função apenas da qualidade do aço e do tipo de apoio dos elementos, não considerando os valores da carga aplicada, qualidade do betão, largura dos elementos, relação entre cargas permanentes e sobrecargas, etc.

O método de cálculo indicado no Anexo II, embora de aplicação expedita, se comparado com o método teórico de cálculo de deformações, obriga apesar de tudo a cálculos mais morosos que os necessários para a verificação da segurança em relação à rotura, com o inconveniente de ser um método de verificação, pelo que, se o valor da flecha calculado não satisfizer, é-se obrigado a refazer todo o dimensionamento do elemento em causa até se obter flechas aceitáveis.

O método é além disso aplicável apenas a elementos tipo viga, não sendo em princípio válido para o càlculo das lajes.

Como este método se baseia no comportamento não elástico das vigas, não é aplicável o princípio de sobreposição dos estados de equilíbrio, pelo que, na determinação da flecha, quando haja vários tipos de cargas aplicadas, não é possível fazer um cálculo individual das flechas para cada tipo de carga e somar os seus valores no fim.

A tabela indicada no Anexo II, para os coeficientes de correcção K, foi determinada apenas para elementos isostáticos. Como o princípio de sobreposição dos estados de equilíbrio não é válido, não se pode obter as flechas para elementos encastrados ou com continuidade nos apoios, pela simples sobreposição de configurações de equilíbrio que reproduzam as condições aos limites nesses apoios.

Das observações feitas atrás pretende-se concluir que o método indicado no Anexo II do

R. E. B. A. apenas é aplicável com rigor a casos bem específicos de elementos tipo viga, que nem sempre são os que aparecem na prática corrente, sendo necessário fazer aproximações mais ou menos grosseiras para generalizar a sua aplicação a outros casos.

Apesar disso o referido método constitui avanço notável em relação aos instrumentos de cálculo de que se dispunha até aqui, sendo de desejar que o prosseguimento dos estudos permita determinar o comportamento de outros tipos de elementos, como sejam lajes e outras condições aos limites mais diversas: encastramento, continuidade, etc.

Note-se no entanto que a verificação da segurança em relação à deformação não se reveste da mesma importância que a segurança em relação à rotura, pelo que se justifica a utilização de métodos mais grosseiros no seu cálculo, sendo as consequências das imprecisões introduzidas de muito menor relevância.

Pretende-se neste estudo estabelecer tabelas de cálculo que permitam simplificar o cálculo da segurança em relação à deformação.

No caso de vigas baseou-se o cálculo das tabelas no método indicado no Anexo II do R. E. B. A.

Para lajes a falta dum método apropriado levou a utilização de métodos elásticos para a determinação das flechas.

A hipótese de deformação elástica, não fissurada, das lajes justifica-se, principalmente em relação a lajes armadas em cruz, porque o seu comportamento hiperstático interno, a influência do coeficiente de Poisson e da rigidez dada pela resistência interna de torsão, impede uma fissuração sob cargas de serviço.

As tabelas baseadas no método descrito no Anexo II do R. E. B. A. são também aproximadamente aplicáveis a lajes armadas numa direcção, com a ressalva no entanto de que as flechas reais devem ser menores do que aquelas a que se é conduzido pela aplicação desse método.

2 — CÁLCULO DE FLEXAS DE VIGAS

Para o estabelecimento das tabelas de cálculo seguiram-se as seguintes hipóteses:

— Foi utilizado o método de cálculo descrito no Anexo II do R. E. B. A.

— A percentagem de armadura prevista na secção, corresponde ao valor determinado para garantir a segurança em relação à rotura, isto é, para uma determinada viga a partir do coeficiente $\mu = M^* / bh^2$ determina-se uma percentagem de armadura $\tilde{\omega}_0$ que assegura a segurança em relação a rotura, sendo esta a percentagem que se admitiu existir na viga para o cálculo da flecha.

— A viga tem altura constante.

— O coeficiente da fluência do betão φ tem o valor de 3.

— As cargas permanentes e as sobrecargas uniformemente distribuídas, são da mesma ordem de grandeza resultando

$$\alpha = \frac{s}{g} = 1$$

— A aplicação das cargas é feita aos 28 dias sendo portanto $E_{bj} = E_{bx} = E_b$ em que E_b é o valor definido no R. E. B. A. para cada classe de betão.

— As três últimas hipóteses permitem definir qual o módulo de elasticidade a considerar no cálculo da flecha:

$$E = \frac{1 + \alpha}{\frac{\varphi}{E_{bj}} + \frac{\alpha}{E_{ik}}} = \frac{1 + 1}{\frac{3}{E_b} + \frac{1}{E_b}} = \frac{E_b}{2}$$

É possível portanto para cada classe de betão definir um módulo de elasticidade *E* para cálculo das flechas (Quadro I)

QUADRO I

Classe de betão	B 180	B 225	B 300	B 350	B 400
E (kg/cm²	130 000	145 000	170 000	180 000	195 000

Estes valores de E pouco são afectados por pequenas variações dos coeficientes definidos nas hipóteses anteriores, pelo que é razoável fixá-los desta forma dentro do relativo grau de aproximação que se exige nestes cálculos.

— Para a elaboração das tabelas foi necessário fixar quais as relações flechas-vãos que é preciso verificar tendo-se, de acordo com o R. E. B. A., utilizado os seguintes valores:

1/300 — Para a acção conjunta das cargas permanentes e sobrecargas, nos casos correntes.

1/500 — Para a acção conjunta das cargas permanentes e sobrecargas nos elementos que suportam paredes de alvenaria ou divisórias envidraçadas.

As tabelas permitem determinar qual o valor máximo admissível da relação $K_1 = 1/h$ em função do coeficiente $\mu = M^*/bh^2$. Em que M^* é o valor do momento majorado existente a 1/2 vão no caso de vigas simplesmente apoiadas ou encastradas ou existente no apoio no caso de consolas.

Admitiu-se que o coeficiente de majoração das solicitações utilizado era de 1,5.

São portanto tabelas de verificação de segurança sendo necessário retomar o cálculo com novas dimensões, caso a relação obtida através do coeficiente μ não seja cumprida.

Para a elaboração das tabelas partiu-se dos valores de M/bh^2 e de $\tilde{\omega}_0$ correspondentes e entrando nos gráficos do Anexo II do R. E. B. A. determinou-se θ e δ. A tabela dos coeficientes de correcção K, do mesmo Anexo, permitiu determinar os valores de K em função de δ e seguidamente obteve-se para cada caso:

$$\text{Simples apoio} \quad K_1 = \frac{l}{h} = \frac{48}{5K\theta}\left(\frac{f}{l}\right)$$

$$\text{Encastramento} \quad K_1 = \frac{l}{h} = \frac{48}{K\theta}\left(\frac{f}{l}\right)$$

$$\text{Consola} \quad K_1 = \frac{l}{h} = \frac{4}{K\theta}\left(\frac{f}{l}\right)$$

Os valores de K em função de δ, para o caso de encastramento perfeito, foram obtidos a partir do estudo relativo a deformações indicado no Curso de Betão Armado do LNEC.

A marcha do cálculo para o emprego das tabelas é a seguinte:

Definidas as dimensões da viga calcula-se o coeficiente μ e entrando na tabela verifica-se se estas dimensões conduzem a um coeficiente K_1 menor ou igual ao valor dado pela tabela.

Caso K_1 seja superior é necessário modificar as dimensões da viga e repetir o cálculo.

Foram elaboradas tabelas para elementos simplesmente apoiados, em consola e encastrados, para as classes de betão B180, B225 e B300, para os aços A 50 e A 68 e para as relações flechas-vão definidas atràs. Na tabela 1 apresentam-se os valores relativos ao A 50 e na tabela 2 os relativos ao A 68.

TABELA 1 — A 50

Valores de $K_1 = l/h$ admissíveis

	$\frac{M}{bh^2}$	$\mu = \frac{M^*}{bh^2}$	Simples apoio B180	Simples apoio B225	Simples apoio B300	Encastramento B180	Encastramento B225	Encastramento B300	Consola B180	Consola B225	Consola B300
f/l = 1/500	3	45	139	155	182	231	258	309	58	64	76
	4	60	104	116	136	173	193	227	43	48	57
	5	75	83	93	109	139	155	181	35	39	45
	6	90	69	77	80	115	129	140	29	32	35
	7	105	57	66	63	97	110	116	24	28	29
	8	120	44	55	49	78	93	89	20	23	23
	9	135	38	45	43	67	76	79	18	20	19
	10	150	36	39	38	61	66	68	16	17	17
	11	165	31	34	33	54	61	60	15	16	15
	12	180	28	31	30	50	55	53	13	15	14
	13	195	27	29	28	46	51	51	12	14	13
	14	210	25	27	26	44	48	46	12	13	12
	15	225	24	27	24	42	45	44	11	12	11
	16	240	23	25	24	40	43	43	10	10	11
	17	270	22	22	22	43	38	39	9	9	10
	20	300	21	21	21	35	36	37	9	9	9
	22	330	—	20	19	—	34	34	—	9	9
	24	360	—	19	18	—	32	32	—	7	8
	26	390	—	18	18	—	30	30	—	7	8
	28	420	—	17	18	—	28	30	—	—	8
	30	450	—	—	17	—	—	29	—	—	7
	32	480	—	—	17	—	—	28	—	—	7
	34	510	—	—	16	—	—	27	—	—	7
	36	540	—	—	15	—	—	26	—	—	6
f/l = 1/300	3	45	83	93	109	139	153	182	35	38	46
	4	60	62	70	82	104	116	136	26	29	34
	5	75	50	56	65	83	93	109	21	23	27
	6	90	41	46	48	69	77	84	17	19	21
	7	105	34	40	38	58	66	70	14	17	17
	8	120	26	32	29	47	55	53	12	14	14
	9	135	23	27	26	40	46	47	11	12	11
	10	150	21	23	23	37	40	41	10	10	10
	11	165	19	20	20	32	37	36	9	10	9
	12	180	17	19	18	30	33	32	8	9	8
	13	195	16	17	17	28	31	31	7	8	8
	14	220	15	16	16	26	29	28	7	8	7
	15	225	14	16	14	25	27	26	7	7	7
	16	240	14	15	14	24	26	26	6	6	7
	17	270	13	13	13	23	23	23	5	5	6
	20	300	13	13	13	21	22	22	5	5	5
	22	330	—	12	11	—	20	20	—	5	5
	24	360	—	11	11	—	19	19	—	4	5
	26	390	—	11	11	—	18	18	—	4	5
	28	420	—	10	11	—	17	18	—	—	5
	30	450	—	—	10	—	—	17	—	—	4
	32	480	—	—	10	—	—	17	—	—	4
	34	510	—	—	10	—	—	16	—	—	4
	36	540	—	—	9	—	—	15	—	—	4

Para casos diferentes de encastramento será necessário ponderar judiciosamente qual o coeficiente K_1 a utilizar, em função do grau de encastramento efectivamente existente, entre os valores obtidos para as vigas simplesmente apoiadas e para as encastradas.

No caso das vigas contínuas, de acordo com o artigo 63.º do R. E. B. A., podemos aproximadamente multiplicar os coeficientes relativos a vigas simplesmente apoiadas por 1,2.

Se a relação α entre cargas permanentes e sobrecargas for muito diferente de 1 é possível corrigir de uma forma aproximada, os valores de 1/h obtidos na tabela multiplicando pelo factor correctivo:

$$K_\alpha = \sqrt[3]{\frac{2\,(1+\alpha)}{3+\alpha}}$$

Na tabela 3 são dados os valores de K_α em função de $\alpha = s/g$.

Como se pode verificar a variação de K_α é lenta pelo que, por exemplo, a consideração de coeficientes $\alpha = 0{,}5$ ou $\alpha = 2$ apenas introduz uma variação na flecha, em relação aos valores dados pelas tabelas, da ordem dos 6°/₀.

TABELA 2

A 68

Valores de $K_l = l/h$ admissíveis

	$\frac{M}{bh^2}$	$\frac{M^*}{bh^2}$	Simples apoio			Encastramento			Consola		
			1:180	1:225	1:300	1:180	1:225	1:300	1:180	1:225	1:300
$f/l = 1/300$	3	4.5	139	155	182	231	258	303	58	64	76
	4	6.0	104	116	136	173	193	227	43	48	57
	5	7.5	83	93	109	139	155	181	35	39	45
	6	9.0	69	77	76	115	129	134	29	32	34
	7	10.5	49	66	53	87	110	100	22	28	26
	8	12.0	40	50	45	73	86	80	19	24	21
	9	13.5	34	38	37	62	73	67	16	23	18
	10	15.0	30	33	32	55	62	57	15	20	15
	11	16.5	27	30	29	50	57	52	13	18	14
	12	18.0	24	27	26	43	52	49	12	16	13
	13	19.5	23	24	25	41	51	46	11	12	12
	14	21.0	21	23	23	38	39	41	10	12	11
	15	22.5	21	22	22	37	38	39	10	11	10
	16	24.0	21	20	21	—	34	37	9	11	10
	17	27.0	21	20	18	37	34	32	9	10	9
	20	30.0	21	18	17	35	32	30	9	9	8
	22	33.0	—	18	17	—	32	30	—	9	8
	24	36.0	—	18	16	—	31	29	—	9	7
	26	39.0	—	18	16	—	30	27	—	7	7
	28	42.0	—	17	16	—	28	27	—	6	7
	30	45.0	—	—	16	—	—	27	—	—	7
	32	48.0	—	—	16	—	—	27	—	—	7
	34	51.0	—	—	16	—	—	27	—	—	7
	36	54.0	—	—	15	—	—	25	—	—	6
$f/l = 1/500$	3	4.5	83	93	109	139	155	182	35	38	46
	4	6.0	62	70	82	104	116	136	26	29	34
	5	7.5	50	56	65	83	93	109	21	23	27
	6	9.0	41	46	46	69	77	80	17	19	20
	7	10.5	29	40	32	52	66	60	13	17	16
	8	12.0	24	30	27	44	52	48	11	14	13
	9	13.5	20	23	22	37	44	40	10	14	11
	10	15.0	18	20	19	33	37	34	9	12	9
	11	16.5	16	18	17	30	34	31	8	11	8
	12	18.0	14	16	14	26	31	29	7	10	8
	13	19.5	14	14	15	25	31	28	7	7	7
	14	22.0	13	14	14	23	23	25	6	7	7
	15	22.5	13	13	13	22	23	23	6	7	6
	16	24.0	—	12	13	22	22	22	5	7	6
	17	27.0	13	12	11	22	20	19	5	6	5
	20	30.0	13	11	10	21	19	18	5	5	5
	22	33.0	—	11	10	—	19	18	—	5	5
	24	36.0	—	11	10	—	19	17	—	5	4
	26	39.0	—	11	10	—	19	16	—	4	4
	28	42.0	—	10	10	—	17	16	—	4	4
	30	45.0	—	—	10	—	—	16	—	—	4
	32	48.0	—	—	10	—	—	16	—	—	4
	34	51.0	—	—	10	—	—	16	—	—	4
	36	54.0	—	—	9	—	—	15	—	—	4

3 — CÁLCULO DE FLECHAS DE LAJES ARMADAS EM CRUZ

Conforme foi referido atrás não existe qualquer método prático de cálculo de flechas em lajes de betão armado, considerando o eventual comportamento fissurado da laje.

TABELA 3

Valores de K_α em função de α

$$K_\alpha = \sqrt[3]{\frac{2\,(1+\alpha)}{3+\alpha}}$$

$\alpha = s/g$	K_α
0.0	0.87
0.1	0.89
0.2	0.91
0.3	0.93
0.4	0.94
0.6	0.96
0.8	0.98
1.0	1.00
1.5	1.03
2.0	1.06
3.0	1.10
4.0	1.13
5.0	1.15
10.0	1.20
20.0	1.22
30.0	1.23
40.0	1.24
50.0	1.25
∞	1.26

Na prática, atendendo ao seu elevado grau de hiperstaticidade, estas lajes não fissuram para as cargas de serviço, pelo que, na falta de método mais elaborado, considera-se a laje nestas condições para o cálculo das flechas.

O livro de A. S. Kalmanok, «Manual para Cálculo de Placas», indica um método de cálculo de flechas e apresenta tabelas para a sua aplicação.

É definido um coeficiente w em função dos lados da laje *a* e *b* sendo a flecha dada por

$$f = \frac{12\,w\,p\,l^4\,(1-\nu^2)}{E\,h_t^3}$$

Admitindo as hipóteses indicadas no § 2 para a determinação do módulo de elasticidade, os valores de E a utilizar são dados pelo Quadro 1. É possível considerar sem grande erro que o coeficiente de Poisson ν é nulo pois a sua influência no valor da flecha é mínima.

Portanto:

$$\frac{f}{l} = \frac{12\,w\,p}{E}\left(\frac{l}{h_t}\right)^3$$

Pelo que:

$$\frac{l}{h_t} = \sqrt[3]{\frac{E}{12\,w\,p}\left(\frac{f}{l}\right)}$$

Para cada qualidade de betão e para as relações de flechas $f/l = 1/300$ e $f/l = 1/500$ define-se um coeficiente:

$$K_t = \sqrt[3]{\frac{E}{12}\left(\frac{f}{l}\right)}$$

Ficando:

$$\frac{l}{h_t} = \frac{K_t}{\sqrt[3]{w\,p}}$$

As tabelas 4 a 7 dão o valor máximo admissível da relação l/h para valores de a/b e de p dados. Foram elaboradas para lajes simplesmente apoiadas e lajes encastradas em todo o perímetro, sendo válidas para todas as qualidades de aço.

Para relações entre a carga permanente e a sobrecarga diferentes de 1, é possível igualmente afectar l/h do coeficiente de K_α definido atrás

$$K_\alpha = \sqrt[3]{\frac{2\,(1+\alpha)}{3+\alpha}}$$

Para utilização da tabela é necessário definir uma espessura para a laje, pelo que, se a espessura final obtida for muito diferente deve-se modificar o valor p e fazer novo cálculo.

No dimensionamento de lajes há outros parâmetros que condicionam a espessura, como sejam, por exemplo, o isolamento para ruídos aéreos, pelo que quando as espessuras a que se é conduzido pelo emprego destas tabelas forem muito

TABELA 4

Lajes armadas em cruz simplesmente apoiadas

Relações l/h_t admissíveis

$$\frac{f}{l} = \frac{1}{300}$$

Betão	p kg/m²	a/b 0,50	0,55	0,60	0,65	0,70	0,75	0,80	0,85	0,90	0,95	1,00
B 180	200	56	58	59	61	63	65	67	69	71	74	76
	300	49	50	52	53	55	57	58	60	62	64	67
	400	45	46	47	48	50	52	53	55	57	59	61
	500	42	43	44	45	46	48	49	51	53	54	56
	600	39	40	41	42	44	45	46	48	49	51	53
	700	37	38	39	40	41	43	44	46	48	49	50
	800	36	37	38	39	40	41	42	44	45	47	48
	900	34	35	36	37	38	39	41	42	43	45	46
	1000	32	34	35	36	37	38	39	41	42	43	45
	1500	29	30	30	31	32	33	34	36	36	38	39
	2000	26	27	28	28	29	30	31	32	33	34	36
B 225	200	59	60	62	63	65	67	70	72	74	77	79
	300	51	52	54	55	57	59	61	63	65	67	69
	400	46	48	49	50	52	53	55	57	58	61	63
	500	43	44	45	47	48	50	51	53	55	56	58
	600	41	42	43	44	45	47	48	50	51	53	55
	700	38	40	41	42	43	44	46	47	49	50	52
	800	37	38	39	40	41	42	44	45	47	48	50
	900	35	36	37	38	40	41	42	43	45	46	48
	1000	33	35	36	37	38	39	41	42	43	45	46
	1500	30	31	31	32	33	34	36	37	38	39	41
	2000	27	28	29	29	30	31	32	33	34	36	37
B 300	200	62	63	65	67	69	71	73	76	78	81	83
	300	54	55	57	58	60	62	64	66	68	70	73
	400	49	50	52	53	55	56	58	60	61	64	66
	500	45	47	48	49	51	52	54	56	57	59	62
	600	43	44	45	46	48	49	51	52	54	56	59
	700	41	42	43	44	45	47	48	50	51	53	55
	800	39	40	41	42	43	45	46	48	49	51	53
	900	37	38	39	40	42	43	44	46	47	49	51
	1000	35	37	38	39	40	41	43	44	46	47	49
	1500	32	32	33	34	35	36	37	39	40	41	43
	2000	29	29	30	31	32	33	34	35	36	37	39

TABELA 5

Lajes armadadas em cruz encastradas

Relações l/h_t admissíveis

$$\frac{f}{l} = \frac{1}{300}$$

Betão	p kg/m²	a/b 0,50	0,55	0,60	0,65	0,70	0,75	0,80	0,85	0,90	0,95	1,00
B 180	200	90	91	92	93	95	97	99	102	105	108	112
	300	78	79	80	82	83	85	87	89	92	95	98
	400	71	72	73	74	75	77	79	81	83	86	89
	500	66	67	68	69	70	72	73	75	77	80	83
	600	62	63	64	65	66	67	69	71	73	75	78
	700	59	60	60	61	63	64	65	67	69	71	74
	800	57	57	58	59	60	61	63	64	66	68	71
	900	54	55	56	57	58	59	60	62	64	66	68
	1000	52	53	54	55	56	57	58	60	61	63	66
	1500	46	46	47	48	49	50	51	52	54	55	57
	2000	42	42	43	43	44	45	46	47	49	50	52
B 225	200	94	94	95	97	99	101	103	106	109	112	117
	300	81	82	83	85	86	88	90	92	95	98	102
	400	74	74	75	77	78	80	82	84	86	89	93
	500	68	69	70	71	73	74	76	78	80	83	86
	600	65	65	66	67	69	70	72	73	76	79	81
	700	61	62	63	64	65	66	68	70	72	74	77
	800	59	59	60	61	62	64	65	67	69	71	74
	900	56	57	58	59	60	61	63	64	66	68	71
	1000	54	55	56	57	58	59	60	62	64	66	68
	1500	48	48	49	50	51	51	53	54	56	57	60
	2000	43	43	44	45	46	47	48	49	51	52	54
B 300	200	98	99	100	102	104	106	109	112	115	119	123
	300	86	86	88	89	91	93	95	97	100	104	107
	400	78	78	79	81	83	84	86	89	91	94	98
	500	72	73	74	75	77	78	80	82	85	87	91
	600	68	69	70	71	72	74	75	77	80	82	85
	700	65	65	66	67	69	70	72	73	76	78	81
	800	62	62	63	64	66	67	68	70	72	75	78
	900	59	60	61	62	63	64	66	68	70	72	75
	1000	57	58	59	60	61	62	64	65	67	69	72
	1500	50	51	51	52	53	54	56	57	59	61	63
	2000	46	46	47	47	48	49	51	52	53	55	57

TABELA 6

Lajes armadas em cruz simplesmente apoiadas

Relações l/h_t admissíveis

$$\frac{f}{l} = \frac{1}{500}$$

Betão	P kg/m²	a/b 0,50	0,55	0,60	0,65	0,70	0,75	0,80	0,85	0,90	0,95	1,00
B 180	200	48	49	50	51	53	55	57	58	60	62	64
	300	42	43	44	45	46	48	49	51	53	54	56
	400	38	39	40	41	42	43	45	46	48	49	51
	500	35	36	37	38	39	40	42	43	44	46	47
	600	33	34	35	36	37	38	39	40	42	43	45
	700	31	32	33	34	35	36	37	38	40	42	43
	800	30	31	32	32	33	35	36	37	38	39	41
	900	29	30	30	31	32	33	34	35	36	38	39
	1000	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	38
	1500	24	25	26	26	27	28	29	30	31	32	33
	2000	22	23	23	24	25	25	26	27	28	29	30
B 225	200	49	51	52	69	55	57	59	60	62	64	67
	300	43	44	45	47	49	50	51	53	55	56	58
	400	39	40	41	42	44	45	46	48	50	51	53
	500	36	37	38	39	41	42	43	45	46	48	49
	600	34	35	36	37	38	39	41	42	43	45	46
	700	32	33	34	36	36	37	38	40	41	42	44
	800	31	32	33	34	35	36	37	38	39	41	42
	900	30	31	31	32	33	34	35	37	38	39	40
	1000	28	30	30	31	32	33	34	35	36	38	39
	1500	25	26	26	27	28	29	30	31	32	33	34
	2000	23	24	24	25	26	26	27	28	29	30	31
B 300	200	52	53	55	56	58	60	62	64	66	68	70
	300	45	47	48	49	51	52	54	56	57	59	61
	400	41	42	43	45	46	47	49	51	52	54	56
	500	38	39	40	41	43	44	46	47	48	50	52
	600	36	37	38	39	40	41	43	44	46	47	49
	700	34	35	36	37	38	39	41	42	43	45	46
	800	33	34	34	35	37	38	39	40	41	43	44
	900	31	32	33	34	35	36	37	39	40	41	43
	1000	29	31	32	33	34	35	36	37	38	40	41
	1500	27	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
	2000	24	25	25	26	27	28	29	29	30	32	33

TABELA 7

Lajes armadadas em cruz encastradas

Relações l/h_t admissíveis

$$\frac{f}{l} = \frac{1}{500}$$

Betão	P kg/m²	a/b 0,50	0,55	0,60	0,65	0,70	0,75	0,80	0,85	0,90	0,95	1,00
B 180	200	76	76	77	79	80	82	84	86	89	91	95
	300	66	67	68	69	70	72	73	75	77	80	83
	400	60	61	61	63	64	65	67	68	70	73	75
	500	56	56	57	58	59	60	62	63	65	67	70
	600	52	53	54	55	56	57	58	60	61	63	66
	700	50	50	51	52	53	54	55	57	58	60	62
	800	48	48	49	50	51	52	53	54	56	58	60
	900	46	46	47	48	49	50	51	52	54	55	57
	1000	44	45	45	46	47	48	49	50	52	53	56
	1500	39	39	40	40	41	42	43	44	45	47	48
	2000	35	35	36	37	37	38	39	40	41	42	44
B 225	200	78	79	80	82	83	85	87	89	92	95	98
	300	68	69	70	71	73	74	76	78	80	83	86
	400	62	63	63	65	66	67	69	71	73	75	78
	500	58	58	59	60	61	63	64	66	68	70	72
	600	54	55	56	57	58	59	60	62	64	66	68
	700	52	52	53	54	55	56	57	59	60	62	65
	800	49	50	50	51	52	54	55	56	58	60	62
	900	48	48	49	49	50	51	53	54	56	57	60
	1000	46	46	47	48	49	50	51	52	54	55	58
	1500	40	40	41	42	43	43	44	46	47	48	50
	2000	36	37	37	38	39	39	40	41	43	44	46
B 300	200	83	83	84	86	88	89	91	94	97	100	104
	300	72	73	74	75	77	78	80	82	85	87	90
	400	66	66	67	68	70	71	73	75	77	79	82
	500	61	61	62	63	65	66	67	69	71	74	76
	600	57	58	59	60	61	62	64	65	67	69	72
	700	54	55	56	57	58	59	60	62	64	66	68
	800	52	52	53	54	55	56	58	59	61	63	65
	900	50	50	51	52	53	54	56	57	59	61	63
	1000	48	49	49	50	51	52	54	55	57	58	61
	1500	42	43	43	44	45	46	47	48	49	51	53
	2000	38	39	39	40	41	42	43	44	45	46	48

pequenas, serão de empregar espessuras superiores para atender a esses fenómenos.

4 — TABELAS DE DIMENSIONAMENTO DIRECTO DA ALTURA DE VIGAS

A partir das tabelas de flechas de vigas é possível estabelecer tabelas para o dimensionamento directo da sua altura.

O cociente das relações (1/h) para vigas com o betão fissurado na zona de tracção e para vigas com betão não fissurado, pode ser definido em função das próprias relações (1/h) para betão não fissurado

$$K_f = \frac{\left(\frac{l}{h}\right)_{\text{fiss.}}}{\left(\frac{l}{h}\right)_{\text{n. fiss.}}}$$

Nos gráficos 1 e 2 foram traçadas curvas de variação de K_f em função de 1/h para os aços A50 e A68. Para os aços A24 considera-se sempre, de acordo com o R. E. B. A., $K_f = 1$.

A flecha duma viga não fissurada submetida a carga uniforme é dada por:

$$f = \frac{K_c p\, l^4}{EI}$$

em que K_c é um coeficiente dependente das condições de apoio da viga. O momento de inércia é definido aproximadamente, de acordo com o Anexo II do R. E. B. A. por

$$I \simeq \frac{bh^3}{10}$$

resulta:

$$\left(\frac{f}{l}\right) = \frac{10\, K_c p}{E_b} \left(\frac{l}{h}\right)^3$$

ou:

$$\left(\frac{l}{h}\right)' = \sqrt[3]{\frac{E_b}{10\, K_c p} \left(\frac{f}{l}\right)}$$

designando por:

$$K_d = \sqrt[3]{\frac{E}{10\,K_c}\left(\frac{f}{l}\right)}$$

e por carga reduzida:

$$p_r = \frac{p}{b}$$

vem:

$$\left(\frac{l}{h}\right)' = \frac{K_d}{\sqrt[3]{p_r}}$$

Definida a qualidade do betão, a relação flecha-vão a utilizar e as condições de apoio de viga, traduzidas pelo coeficiente K_c, resulta para cada caso um coeficiente K_d. Como se definiu atrás o coeficiente K_f que determina as relações 1/h de vigas fissuradas e não fissuradas, a flecha máxima admissível para uma viga, atendendo ao seu comportamento fissurado é dada por:

$$\frac{l}{h} = \frac{K_d\ K_f}{\sqrt{p_r}}$$

As tabelas 8 a 10 foram elaboradas para as qualidades de aço A24, A50, e A68, para as qualidades de betão B180, B225, e B300 e para as relações $f/l = 1/300$ e $f/l = 1/500$

5 — TABELAS DE DIMENSIONAMENTO DIRECTO DA ALTURA DE LAJES

É possível para os casos correntes de apoio, de lajes armadas numa direcção e para cargas

GRAFICO 1

Relações $K_f = \dfrac{\left(\frac{l}{h}\right)_{fiss.}}{\left(\frac{l}{h}\right)_{n.\,fiss.}}$ *em função de* $\left(\frac{l}{h}\right)_{n.\,fiss.}$

A 50
- viga simplesmente apoiada —— - —— -
- » em consola - - - - - - -
- » encastrada ————

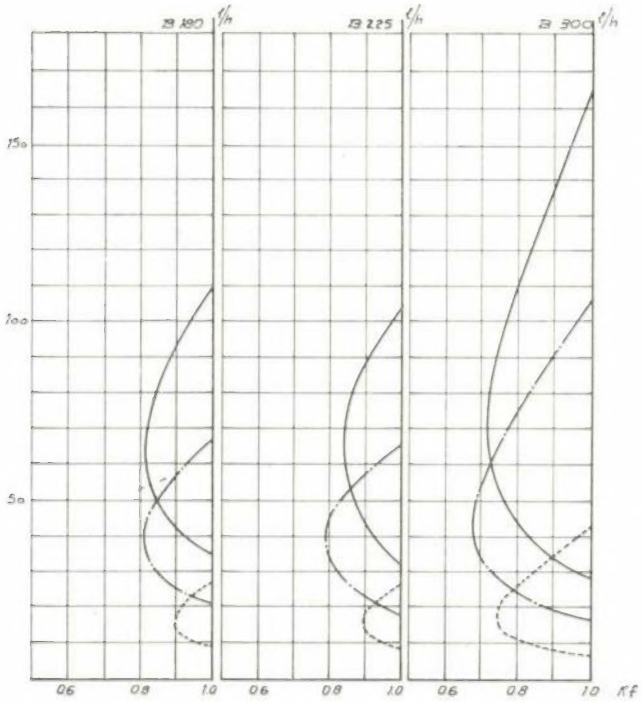


GRÁFICO 2

Relações $K_f = \dfrac{\left(\frac{l}{h}\right)_{fiss.}}{\left(\frac{l}{h}\right)_{n.\,fiss.}}$ *em função de* $\left(\frac{l}{h}\right)_{n.\,fiss.}$

A 68
- viga simplesmente apoiada —— - —— -
- » em consola - - - - - - -
- » encastrada ————

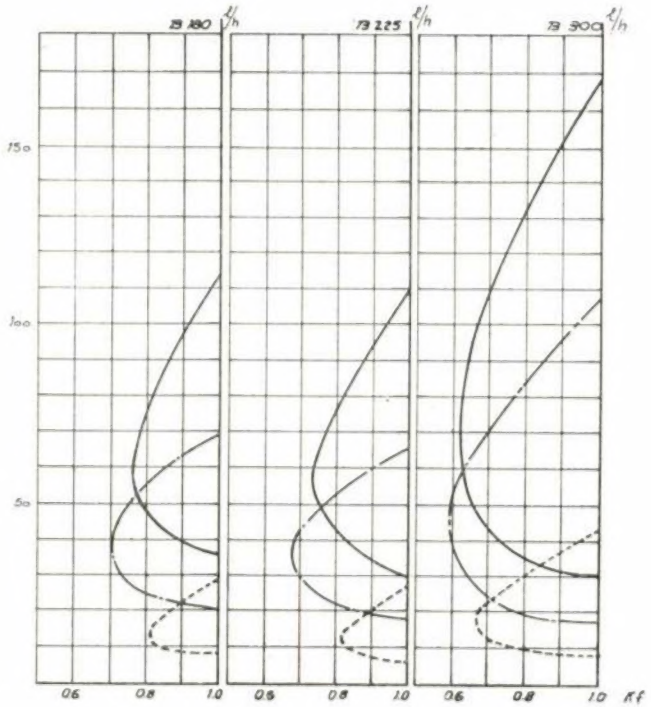


TABELA 8

A 24

Relações l/h admissíveis

$p_r = p/b$, $p\ (kg/m^2)$, $b\ (cm)$

	p_r	Simples apoio			Encastramento			Consola		
		(b 180)	(b 225)	(b 300)	(b 180)	(b 225)	(b 300)	(b 180)	(b 225)	(b 300)
$p_r = p/b_{max}$	2	55	58	62	94	99	103	26	27	28
	3	46	51	58	82	86	91	23	24	25
	4	44	46	48	75	79	81	21	22	22
	5	41	42	44	69	73	76	19	20	21
	6	39	40	42	65	68	71	18	19	20
	8	35	36	38	59	62	65	16	17	18
	10	32	34	35	55	58	60	15	16	17
	15	28	29	31	48	51	54	13	14	14
	20	25	27	28	44	46	49	12	13	13
	30	22	23	24	38	40	42	11	11	12
	40	20	21	22	34	36	38	10	10	11
	50	19	20	21	32	34	35	9	10	10
	60	18	19	19	30	32	33	9	9	10
	70	17	18	18	29	30	31	8	9	9
	80	16	17	17	27	29	30	8	8	9
	90	16	16	17	26	28	29	8	8	8
	100	15	16	16	25	27	28	7	8	8
	120	14	15	15	23	25	26	7	7	8
	140	13	14	14	22	24	25	7	7	7
	160	12	13	14	21	23	24	6	7	7
	180	12	13	13	20	22	23	6	6	7
	200	11	12	13	19	21	22	6	6	6
	300	10	11	11	16	18	19	5	5	6
	400	9	10	10	14	16	17	4	5	5
	500	9	9	9	13	15	16	4	4	4
$p_r = p/b_{min}$	2	46	49	52	79	83	87	22	23	24
	3	41	43	44	69	73	76	19	20	21
	4	37	39	40	63	66	69	17	18	19
	5	34	35	37	58	61	64	16	17	18
	6	32	34	35	55	58	61	15	16	16
	8	29	31	32	50	53	55	14	15	15
	10	27	29	30	46	49	51	13	14	14
	15	24	25	26	41	43	45	12	12	12
	20	22	23	24	37	39	41	11	11	11
	30	19	20	21	32	34	35	9	10	10
	40	17	18	19	29	30	32	9	9	9
	50	16	17	17	27	28	29	8	8	9
	60	15	16	16	25	26	27	8	8	8
	70	14	15	15	23	25	26	7	8	8
	80	14	14	15	22	24	25	7	7	8
	90	13	14	14	21	23	24	7	7	7
	100	13	13	14	20	22	23	6	7	7
	120	12	12	13	19	20	21	6	6	7
	140	11	12	12	18	19	20	5	6	6
	160	11	11	12	17	18	19	5	5	6
	180	10	11	11	16	17	18	5	5	5
	200	10	10	11	15	16	17	4	5	5
	300	8	9	9	13	14	15	4	4	4
	400	8	8	8	12	13	14	3	4	4
	500	7	8	8	10	13	14	3	4	4

TABELA 9

A 50

Relações l/h admissíveis

$p_r = p/b$, $p\ (kg/m^2)$, $b\ (cm)$

	p_r	Simples apoio			Encastramento			Consola		
		(b 180)	(b 225)	(b 300)	(b 180)	(b 225)	(b 300)	(b 180)	(b 225)	(b 300)
$p_r = p/b_{max}$	2	49	53	59	86	95	79	26	27	29
	3	40	42	46	70	76	66	22	23	24
	4	34	37	42	62	66	58	19	20	17
	5	30	34	36	56	61	52	17	18	16
	6	31	32	28	53	57	54	16	17	15
	8	29	29	25	48	52	46	14	15	19
	10	27	28	24	46	49	44	14	14	13
	15	24	24	22	41	44	39	12	13	11
	20	23	23	21	39	41	37	11	12	10
	30	21	21	19	36	37	34	10	10	9
	40	20	20	19	35	35	33	9	10	9
	50	19	19	18	32	33	32	9	9	8
	60	18	19	17	30	32	30	8	9	8
	70	17	18	17	29	30	29	8	8	8
	80	16	17	17	27	29	29	7	8	7
	90	15	16	17	26	28	28	7	8	7
	100	15	16	16	25	27	28	7	7	7
	120	14	15	15	24	25	26	7	7	7
	140	13	14	14	23	24	25	6	7	7
	160	13	13	14	22	23	24	6	6	7
	180	12	13	13	21	22	23	6	6	6
	200	11	12	13	20	21	22	5	6	6
	300	10	11	11	17	19	21	4	5	5
	400	9	10	10	16	17	19	4	5	5
	500	9	9	9	15	16	16	4	4	4
$p_r = p/b_{min}$	2	38	40	34	66	72	64	20	22	18
	3	34	34	29	58	61	52	17	18	16
	4	30	31	26	51	53	49	15	16	14
	5	28	29	23	46	50	46	14	15	13
	6	27	28	24	43	49	43	13	14	12
	8	25	25	22	39	45	40	12	13	11
	10	24	24	22	36	40	39	11	12	11
	15	22	22	20	32	38	35	10	11	9
	20	21	21	19	30	36	34	10	10	9
	30	19	19	18	28	33	32	9	9	8
	40	18	18	17	26	31	30	8	9	8
	50	17	17	17	25	29	29	8	8	7
	60	16	17	16	24	27	28	7	8	7
	70	15	16	16	23	26	27	7	7	7
	80	14	15	15	22	25	27	7	7	7
	90	14	14	15	21	24	25	6	7	7
	100	13	14	14	20	23	24	6	6	7
	120	13	13	14	19	22	24	6	6	6
	140	12	12	13	18	21	22	6	6	6
	160	11	12	12	17	20	21	5	6	6
	180	11	11	12	16	19	20	5	5	6
	200	10	11	11	15	19	19	5	5	5
	300	9	9	10	13	16	16	4	4	4
	400	8	8	9	12	14	15	4	4	4
	500	8	8	8	11	13	14	3	4	4

uniformemente distribuídas, estabelecer tabelas que permitem um dimensionamento aproximado da espessura a dar à laje, em função do vão e da sobrecarga aplicada.

Com efeito a flecha de lajes não fissuradas é dada por:

$$f = \frac{K_c p\, l^4}{EI} \quad \text{e como} \quad b = 1{,}0\,m\,, \quad I = \frac{h_t^3}{12}$$

É

$$l = h_t \sqrt[3]{\frac{E_b}{12 K_c p} \left(\frac{f}{l}\right)}$$

Define-se

$$K_d = \sqrt[3]{\frac{E}{12 K_c} \left(\frac{f}{l}\right)}$$

Em que $p = g + s\ (Kg/m^2)$

Dada a espessura da laje, h_t determina-se para os casos mais correntes de sobrecargas o valor de p e de

$$\alpha = \frac{s}{g}$$

A partir de α obtém-se da tabela 3 o respectivo valor de K_α

Resulta o vão:

$$l = h_t \frac{K_d}{K_\alpha \sqrt{p}}$$

FRAPIL

CONSTRUÇÕES E MONTAGENS ELÉCTRICAS

SARL

máquinas eléctricas de soldadura

transformadores

rectificadores de silício

processos semiautomáticos

licença

OERLIKON

SEDE E INSTALAÇÕES FABRIS

CAIS DE SÃO ROQUE
APARTADO 20
TELEFONE 23071/2
AVEIRO

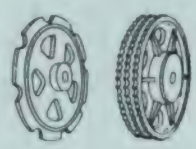
DELEGAÇÃO NO SUL

RUA CASTILHO
38, r/c.-dt.
TELEFONE 52528
LISBOA-1

042.72.1658

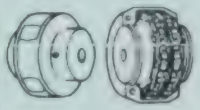
Mais de 1000 produtos **RENOLD** da maior organização mundial no fabrico de correntes de precisão

CORRENTES DE TRANSMISSÃO
De ¼" até 5" segundo as normas BS, DIN, AFNOR, ASA e API.

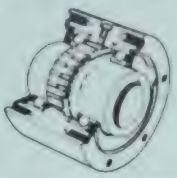


RODAS EM DEPOSITO
para uso com correntes RENOLD de transmissão e de transportadores.

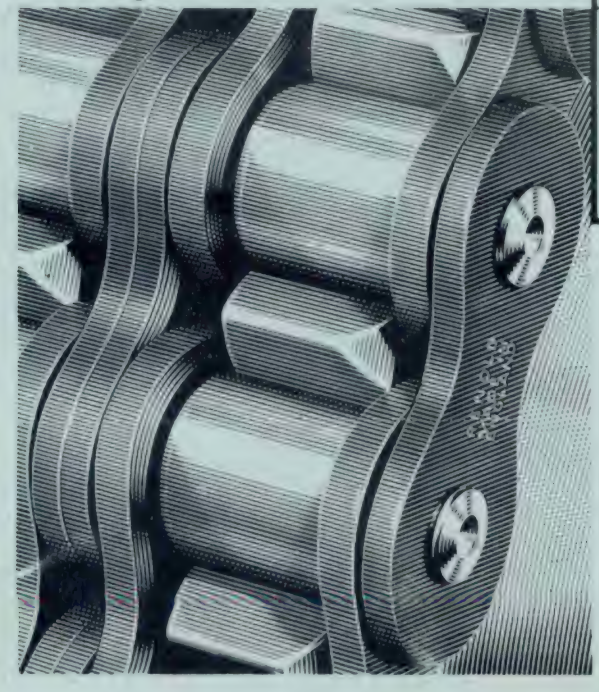
CORRENTES NORMAIS PARA TRANSPORTADOR
com adaptações para todos os fins. Gama 1.360 kg (3.000 libras) a 38.560 kg (85.000 libras).



UNIÕES DE ACOPLAMENTO
por Corrente, Cruzeta de Borracha e Disco Flexivel até 2.500 CV.



EMBRAIAGENS
para rotação livre, movimento divisor e sem retrocesso.



Para informações ou fornecimentos, escreva, visite ou telefone:

HARKER, SUMNER & Ca., Lda.

PORTO: **38, Rua de Ceuta, 48**
Apartado No. 162
Tel: 27054-P.P.C. (4 linhas)

LISBOA-2: **14, Largo do Corpo Santo, 18**
Tel: 324823-35124

RENOLD LIMITED · SALES DIVISION
MANCHESTER · ENGLAND

TABELA 10

A 68

Relações l/h admissíveis

$p_r = p/b$, p (kg/m²), b (cm)

	p_r	Simples apoio			Encastramento			Consola		
		B180	B225	B300	B180	B225	B300	B180	B225	B300
f/l = 1/300	2	43	50	57	89	91	69	24	27	21
	3	36	39	31	82	73	57	20	23	18
	4	32	33	28	59	52	50	18	20	15
	5	29	30	26	53	57	46	16	18	14
	6	27	27	24	49	52	43	15	16	13
	8	25	24	22	44	46	40	13	14	12
	10	23	23	21	41	42	37	12	13	11
	15	21	20	19	37	38	33	11	11	9
	20	20	19	18	36	36	32	10	11	9
	30	20	18	17	35	34	30	9	9	8
	40	20	18	16	35	32	29	9	8	7
	50	19	18	16	32	31	28	9	8	7
	60	18	18	16	30	31	28	8	8	7
	70	17	18	16	29	30	28	8	7	7
	80	16	17	16	27	29	30	7	7	7
	90	15	16	17	26	28	29	7	7	7
	100	15	16	16	25	27	28	7	7	7
	120	14	15	15	24	25	26	7	7	7
	140	13	14	14	23	24	25	6	7	7
	160	13	13	14	22	23	24	6	7	7
	180	12	13	13	21	22	23	6	6	6
	200	11	12	13	20	21	22	5	6	6
	300	10	11	11	18	19	19	5	5	5
	400	9	10	10	16	17	18	4	5	5
	500	9	9	9	15	16	16	4	4	4
f/l = 1/500	2	34	37	30	64	69	54	19	21	17
	3	29	30	26	59	57	46	16	18	14
	4	26	27	23	48	50	42	14	15	13
	5	24	24	21	44	45	39	13	14	12
	6	23	23	21	41	42	37	12	13	11
	8	21	21	19	38	38	35	11	11	10
	10	18	20	19	36	37	33	11	11	9
	15	20	19	17	35	34	30	9	10	8
	20	20	18	17	35	33	29	9	9	8
	30	19	18	16	32	31	28	9	8	7
	40	17	18	16	29	30	28	7	7	7
	50	16	17	16	27	29	28	7	7	7
	60	15	16	16	26	27	28	7	7	7
	70	14	15	16	24	25	27	7	7	7
	80	14	14	15	23	24	25	6	7	7
	90	13	14	14	22	23	24	6	6	7
	100	13	13	14	22	23	24	6	6	6
	120	12	12	13	20	21	22	6	6	6
	140	11	12	12	19	20	21	5	6	6
	160	11	11	12	18	19	20	5	5	6
	180	10	11	11	18	19	19	5	5	5
	200	10	10	11	17	18	19	5	5	5
	300	9	9	10	15	16	16	4	4	4
	400	8	8	9	14	14	15	4	4	4
	500	7	8	8	13	13	14	3	4	4

As tabelas, 11 a 13, válidas para todas as qualidades de aços, dão o valor de h_t em função do vão e da sobrecarga para valores mais correntes desta, supondo o comportamento não fissurado das lajes.

Admitiu-se um valor de 50 Kg m² para revestimentos, tendo as tabelas sido elaboradas para relações flecha-vão de 1/300 e 1/500 e para os casos de simples apoio, consola e encastramento perfeito.

6 — EXEMPLOS DE APLICAÇÃO

6.1 — Verificação da segurança em relação à deformação duma viga

Dados: Viga simplesmente apoiada com carga uniformemente distribuída não suportando elementos rígidos.

b = 0,30 m
h = 0,60 m — Aço A68

M* = 30.000 Kg/m — Betão B225
l = 10,0 m — f/l = 1/300

Pedido: Relação 1/h que garante a segurança em relação à deformação.

Calcula-se

$$\mu = \frac{M^*}{bh^2} = \frac{30.000}{0.3 \times 60^2} = 27,8$$

Da tabela 2 obtém-se

$$1/h = 19$$

Verifica-se que

$$\frac{10}{0,6} \simeq 17 < 19$$

Está portanto assegurada a segurança em relação à deformação.

6.2 — Determinação da altura duma viga para assegurar a segurança em relação à deformação

Dados: Viga encastrada com carga uniformemente distribuída

b = 0,40 m — Aço A68
p = 4.000 Kg/m — Betão B300
l = 15,00 m — f/l = 1/300

Pedido: Altura, h, da viga

Calcula-se

$$p_r = \frac{p}{b} = \frac{4000}{40} = 100$$

Da tabela 10 obtém-se

$$1/h = 28$$

Portanto:

$$h = \frac{1500}{28} \simeq 54 \text{ cm}$$

TABELA 11

Lajes simplesmente apoiadas

Vãos máximos atendendo à flecha admissível

$$\frac{f}{l} = \frac{1}{300}$$

Betão	h	Sobrecarga + Revestimento (kgf/m²)						
		150	250	350	450	550	650	1 050
B 180	7	2,9	2,8	2,7	2,6	2,5	2,4	2,3
	8	3,2	3,1	3,0	2,9	2,8	2,8	2,5
	9	3,4	3,3	3,3	3,2	3,1	3,1	2,8
	10	3,5	3,5	3,4	3,5	3,4	3,3	3,1
	11	3,7	3,7	3,6	3,7	3,6	3,5	3,3
	12	3,8	3,9	3,8	3,8	3,8	3,7	3,6
	14	4,3	4,1	4,2	4,0	4,1	4,1	4,1
	16	4,4	4,4	4,4	4,3	4,4	4,4	4,4
	18	4,6	4,7	4,6	4,5	4,6	4,6	4,7
	20	4,8	4,7	4,7	4,8	4,9	4,8	4,8
B 225	7	3,0	2,9	2,8	2,7	2,6	2,5	2,3
	8	3,3	3,2	3,1	3,0	2,9	2,8	2,6
	9	3,7	3,6	3,5	3,4	3,3	3,3	3,1
	10	4,0	3,8	3,7	3,6	3,6	3,4	3,4
	11	4,3	4,1	4,0	3,9	3,8	3,7	3,7
	12	4,4	4,3	4,2	4,1	4,0	3,9	3,7
	14	4,7	4,8	4,7	4,7	4,6	4,5	4,3
	16	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	4,9	4,7
	18	5,1	5,1	5,1	5,1	5,1	5,1	5,1
	20	5,4	5,4	5,4	5,4	5,4	5,4	5,3
B 300	7	3,2	3,1	3,0	2,9	2,8	2,7	2,5
	8	3,5	3,4	3,3	3,2	3,1	3,0	2,8
	9	3,9	3,8	3,6	3,5	3,4	3,3	3,1
	10	4,2	4,0	3,9	3,8	3,7	3,6	3,4
	11	4,5	4,3	4,2	4,1	4,0	3,9	3,8
	12	4,6	4,6	4,5	4,4	4,3	4,2	4,0
	14	5,0	5,1	5,1	5,0	5,0	4,9	4,8
	16	5,4	5,4	5,4	5,4	5,4	5,4	5,3
	18	5,6	5,6	5,6	5,6	5,6	5,6	5,6
	20	5,9	5,9	5,9	5,9	5,9	5,9	5,9

TABELA 12

Lajes perfeitamente encastradas

Vãos máximos atendendo à flecha admissível

$$\frac{f}{l} = \frac{1}{300}$$

Betão	h	Sobrecarga + Revestimento (kgf/m²)						
		150	250	350	450	550	650	1 050
B 180	7	5,0	4,8	4,6	4,5	4,3	4,2	3,9
	8	5,5	5,3	5,1	4,9	4,8	4,7	4,3
	9	6,1	5,8	5,7	5,5	5,4	5,2	4,8
	10	6,5	6,3	6,2	5,9	5,8	5,7	5,3
	11		6,8	6,6	6,4	6,2	6,1	5,7
	12	6,9	7,3	7,1	6,9	6,8	6,6	
	14	8,4	8,0	8,0	7,8	7,7	7,5	7,0
	16	9,2	8,9	8,8	8,6	8,5	8,3	7,8
	18	10,1	9,7	9,7	9,5	9,3	9,2	8,7
	20	10,9	10,5	10,5	10,2	10,2	10,0	9,4
B 225	7	5,2	4,9	4,7	4,6	4,5	4,4	4,0
	8	5,7	5,5	5,4	5,1	5,0	4,9	4,5
	9	6,3	6,0	5,8	5,7	5,6	5,4	5,0
	10	6,8	6,6	6,4	6,2	6,0	5,9	5,5
	11	7,3	7,1	6,8	6,6	6,5	6,3	5,9
	12		7,5	7,4	7,2	7,0	6,8	6,4
	14	8,7	8,3	8,1	8,1	8,0	7,7	7,2
	16	9,6	9,2	9,2	9,0	8,8	8,6	8,0
	18	10,6	10,2	10,2	9,8	9,8	9,5	9,0
	20	11,5	10,9	10,9	10,6	10,5	10,3	9,7
B 300	7	5,4	5,2	5,0	4,9	4,7	4,6	4,2
	8	6,0	5,8	5,6	5,4	5,3	5,1	4,7
	9	6,7	6,4	6,2	6,0	5,9	5,7	5,3
	10	7,3	6,9	6,7	6,5	6,4	6,2	5,8
	11	7,9	7,4	7,2	7,0	6,9	6,7	6,2
	12	8,5	7,9	7,8	7,5	7,4	7,1	6,7
	14	9,2	8,7	8,7	8,5	8,4	8,1	7,6
	16	10,1	9,7	9,7	9,4	9,3	9,1	8,6
	18	11,0	10,6	10,6	10,3	10,2	10,0	9,5
	20	11,9	11,5	11,5	11,2	11,0	10,9	10,3

6.3 — Verificação da segurança em relação à deformação duma consola

Dados: Viga em consola com carga uniformemente distribuída

Carga permanente — g = 2 000 Kg/m
Sobrecarga — s = 1 000 Kg/m Aço A68
Largura — b = 0,40 m Betão B 225

Altura h = 0,60 m f/l = 1/300
Vão l = 5,0 m

Pedido: Relação l/h que garante a segurança em relação à deformação.

Calcula-se:

$$M^* = \frac{1{,}5\ pl^2}{2} = \frac{1{,}5 \times 3000 \times 5^2}{2} =$$

$$= 56.250 \text{ Kg. m}$$

$$\mu = \frac{M^*}{bh^2} = \frac{56.250}{0{,}4 \times 60^2} = 39$$

Como a sobrecarga é muito diferente do peso próprio vai-se considerar a influência do parâmetro K_α

$$\alpha = \frac{s}{g} = \frac{1000}{2000} = 0{,}5$$

Da tabela 3 obtém-se $K_\alpha = 0{,}95$

e da tabela 2

$$l/h = 7$$

Portanto verifica-se

$$\frac{l}{h} = \frac{300}{60} = 5 < 7 \times 0{,}95$$

6.4 — Determinação da espessura duma laje armada em cruz de forma a garantir a segurança em relação à deformação.

Dados: Laje encastrada armada em cruz com carga uniformemente distribuída

TABELA 13

Lajes em consola

Vãos máximos atendendo à flecha admissível

$$\frac{f}{l} = \frac{1}{300}$$

Betão	h_t	Sobrecarga + Revestimento (kgf/m²)						
		150	250	350	450	550	650	750
B 180	7	1,4	1,3	1,3	1,2	1,2	1,1	1,1
	8	1,5	1,4	1,4	1,3	1,3	1,3	1,2
	9	1,7	1,6	1,6	1,5	1,5	1,4	1,3
	10	1,8	1,7	1,7	1,6	1,6	1,6	1,4
	11	1,9	1,9	1,8	1,8	1,7	1,7	1,6
	12	2,1	2,0	2,0	1,9	1,9	1,8	1,7
	14	2,3	2,2	2,2	2,1	2,1	2,0	1,9
	16	2,5	2,4	2,4	2,4	2,3	2,3	2,1
	18	2,8	2,7	2,6	2,6	2,6	2,5	2,4
	20	3,0	2,9	2,9	2,8	2,8	2,7	2,6
B 225	7	1,4	1,4	1,3	1,3	1,2	1,2	1,1
	8	1,6	1,5	1,5	1,4	1,4	1,3	1,2
	9	1,7	1,7	1,6	1,6	1,5	1,5	1,4
	10	1,9	1,8	1,8	1,7	1,7	1,6	1,5
	11	2,0	1,9	1,9	1,8	1,8	1,7	1,6
	12	2,2	2,1	2,0	2,0	1,9	1,9	1,8
	14	2,4	2,3	2,3	2,2	2,2	2,1	2,0
	16	2,6	2,5	2,5	2,5	2,4	2,4	2,2
	18	2,9	2,8	2,8	2,7	2,7	2,6	2,5
	20	3,1	3,0	3,0	2,9	2,9	2,8	2,7
B 300	7	1,5	1,4	1,4	1,3	1,3	1,2	1,2
	8	1,7	1,6	1,5	1,5	1,5	1,4	1,3
	9	1,8	1,7	1,7	1,7	1,6	1,6	1,5
	10	2,0	1,9	1,9	1,8	1,7	1,7	1,6
	11	2,1	2,0	2,0	1,9	1,9	1,8	1,7
	12	2,3	2,2	2,2	2,1	2,0	2,0	1,9
	14	2,5	2,4	2,4	2,4	2,3	2,2	2,1
	16	2,8	2,7	2,7	2,6	2,6	2,5	2,4
	18	3,0	2,9	2,9	2,9	2,8	2,7	2,6
	20	3,3	3,2	3,2	3,1	3,0	3,0	2,8

Vãos: $a = 4{,}0$ m $\qquad b = 5{,}0$ m

Sobrecarga: 300 Kg/m² $\qquad f/l = 1/300$

Betão B 180

Pedido: Espessura h_t

Começa-se por arbitrar um peso próprio de 250 Kg/m².

$$p = 300 + 250 = 550 \text{ Kg/m}^2$$

$$a/b = = \frac{4{,}0}{5{,}0} = 0{,}8$$

Da tabela 5 obtém-se

$$\frac{1}{h_t} = 47{,}5$$

Portanto

$$h_t = \frac{400}{47{,}5} = 8{,}4 \text{ cm} \simeq 9 \text{ cm}$$

Como o peso próprio arbitrado ficou ligeiramente por excesso pode-se admitir do lado da segurança o valor de 9 cm para a espessura da laje

7 — BIBLIOGRAFIA

— Regulamento de Estruturas de Betão Armado — Imprensa Nacional

— Curso de Especialização em Betão Armado — Laboratório Nacional de Engenharia Civil

— Manual para Cálculo de Placas — A. S. Kalmanok — Editora Inter-Ciência-Uruguay

— Deformabilidade de elementos de betão armado sujeitos à flexão — V. Monteiro — Laboratório Nacional de Engenharia Civil.

C. D. U. 621.311.5/91

ELEMENTOS SOBRE A PRODUÇÃO E O CONSUMO DE ENERGIA NA REDE ELÉCTRICA NACIONAL (*)

I — Breve nota mensal

Durante o mês de Novembro as afluências ao conjunto do sistema produtor situaram-se acima da média, tendo atingido cerca de 639 GWh, valor que tem uma probabilidade de ser excedido da ordem dos 35 % e a que corresponde um coeficiente de produtibilidade hidroeléctrica de 1,13.

As abundantes precipitações registadas na parte inicial do mês originaram uma apreciável subida do armazenamento do conjunto das albufeiras, concentrada na primeira quizena do mês.

II — Elementos gerais (GWh)

	a) Mensais		Variação %
	1967	1968	
Produção hidráulica (P_h)	470,8	456,5	— 3
Produção térmica (P_t)	17,2	12,8	— 26
Produção total (P_T)	488,0	469,3	— 4
Energia recebida de empresas não pertencentes ao RNC (E_r)	2,9	5,1	+ 76
Exportações (Ex)	40,2	6,9	— 83
Importações (I)	1,7	2,4	+ 41
Saldo importador (S_I)	-38,5	- 4,5	+ 88
Cons. em bomb. hidroelé. (C_b) (1)	0,0	0,0	0
Produção para consumos perman. (P_{cp})	426,3	443,6	(1) + 4,1
Produção para consumos não perman. (P_{cnp})	26,1	26,3	+ 1
Total	452,4	469,9	+ 4
Coeficiente de hidraulicidade	0,79	1,13	—

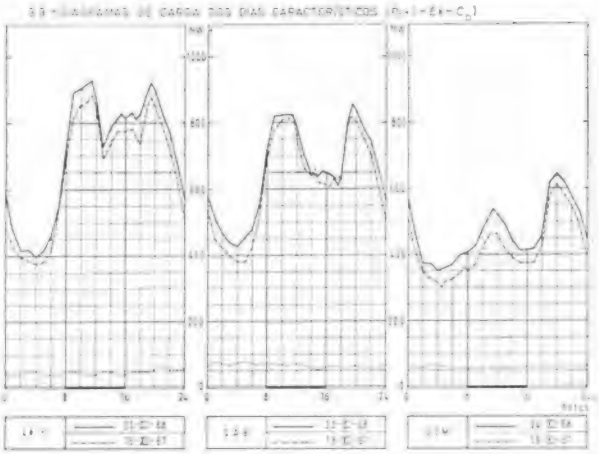
NOTA:

(1) O aumento percentual da produção para consumos permanentes, tendo em conta a incidência dos domingos e dias especiais é respectivamente de 6,0 e 10 %.

III — Diagramas de carga dos dias característicos

			4.ª feira:	
			1967	1968
Produção hidráulica		(P_h) MWh	18 244	17 977
Produção térmica		(P_t) MWh	1 060	0
Produção total		(P_T) MWh	19 304	17 977
Trocas com Espanha	Export.	(Ex) MWh	3 135	730
	Import.	(I) MWh	10	50
Cons. em bomb. hidroel.		(C_b) MWh	0	0
Prod. p.ª cons. perm.		(P_{cp}) MWh	15 547	16 178
Prod. p.ª cons. não perm.		(P_{cnp}) MWh	632	1 119
TOTAL		$P_T + (-Ex)$ MWh	16 179	17 297
Características dos diagramas	$P_T + (I-Ex)$	Potência máx. MW	885	934
		Potência mín. MW	376	399
		Utiliz. da ponta horas	18,3	18,5
		Factor de carga	0,76	0,77
	P_{cp}	Potência máx. MW	860	894
		Potência mín. MW	350	350
		Utiliz. da ponta horas	18,1	18,1
		Factor de carga	0,75	0,75

NOVEMBRO



IV — Energia armazenada nas principais albufeiras

Albufeiras:	No fim do mês	
	GWh	% (1)
Alto Rabagão	211,3	21,7
Paradela	40,9	18,4
Venda Nova	80,1	62,6
Salamonde	16,3	59,1
Caniçada	13,5	40,8
Vilar	20,5	20,4
Cabril	113,1	33,3
Castelo do Bode	60,0	36,8
Guilhofrei	1,7	20,5
Lagoa Comprida	21,6 (2)	59,7
Santa Luzia	31,7	51,5
Pracana	4,4	34,1
Póvoa	6,7 (3)	49,0
Total com A. Rabagão	621,8	29,3
Total sem A. Rabagão	410,5	35,7

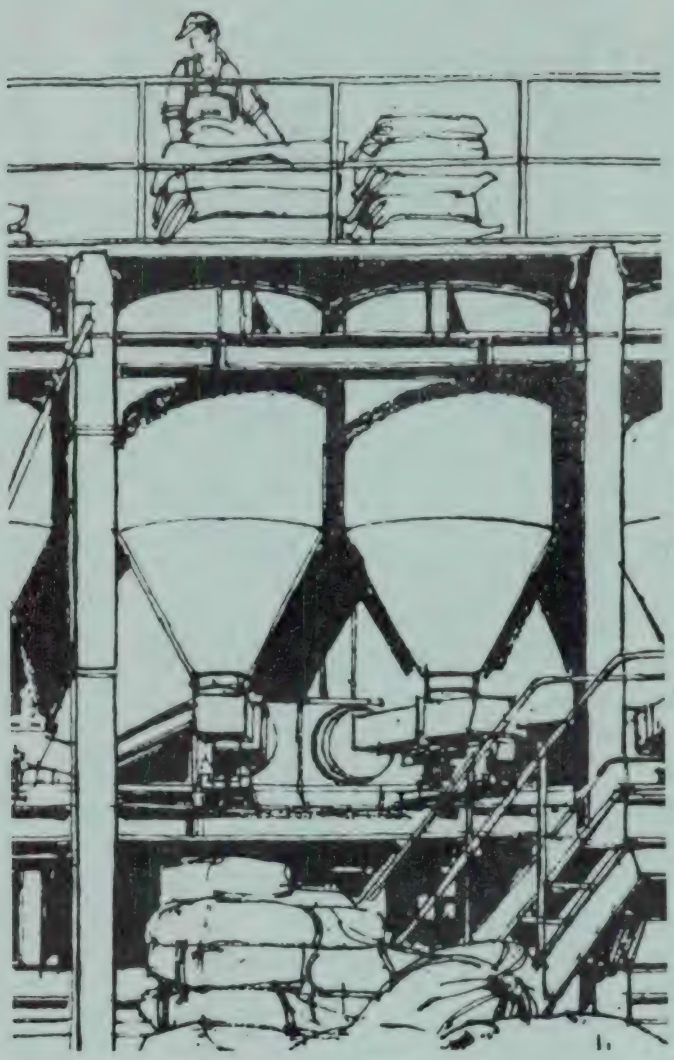
NOTAS

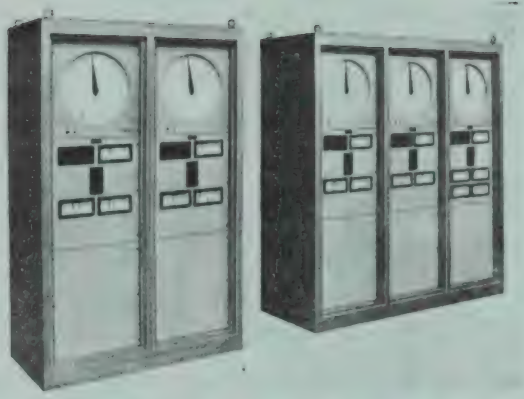
(1) Coeficiente de enchimento em energia das albufeiras.

(2) Inclui 0,7 GWh armazenados em Vale do Rossim no início do mês e 0,4 GWh no fim do mês.

(3) Inclui 1,6 GWh armazenados no açude do Poio no início do mês e 1,6 GWh no fim do mês.

(*) *Elementos extraídos das estatísticas mensais do Repartidor Nacional de Cargas (R. N. C.). As produções e os consumos das empresas do R. N. C. representam cerca de 94 % dos totais do País.*





Mais de 5000 instalações de pesagem electrónica

em uso em todo o mundo foram concebidas e realizadas pelos engenheiros da Philips. Muitas trabalham em meios ambientes altamente agressivos — que fariam fracassar qualquer sistema de pesagem mecânica se alguém tivesse a ideia de os fazer trabalhar em tais condições.

Os sistemas de pesagem electrónica Philips são estanques ao pó e à humidade e insensíveis ao choque e às vibrações. Têm uma vida pràticamente ilimitada, mantendo-se a sua precisão ao longo do tempo. As células de pesagem, devido às suas reduzidas dimensões, tornam muito fácil a montagem mesmo em espaços exíguos.

Não requerendo as alavancas normalmente usadas na pesagem mecânica, a pesagem electrónica poupa espaço e dinheiro, dado que não exige fundações caras.

As ligações entre as células de pesagem e o aparelho indicador fazem-se por meio de cabos eléctricos o que permite tornar a posição daquele independente do local da pesagem.

O equipamento de pesagem Philips é de concepção modular possuindo entrada e saída digitais.

Se necessitar de um sistema de pesagem em plataforma, em tanques ou silos, em telas transportadoras ou de um equipamento para doseamento automático de produtos, peça informação detalhada à

SECÇÃO DE INDÚSTRIA

PHILIPS

PHILIPS PORTUGUESA, S.A.R.L.

R. JOAQUIM ANTÓNIO DE AGUIAR, 66 - LISBOA - TEL. 683121 • R. FERNANDES TOMÁS, 760-764 - PORTO - TEL. 27447/8/9

---

somague

construção industrial

barragens

portos

O PONTO CHAVE DA CONSTRUÇÃO

construção civil

estradas

pontes

túneis

SOMAGUE

SOCIEDADE DE EMPREITADAS
MONIZ DA MAIA & VAZ GUEDES S.A.R.L.
Rua Carlos Testa-1 LISBOA-1
telefone: PPC/A 562481

HOJE E SEMPRE... os aglomerados

ISOLA

ISOLA

– para isolamentos térmicos
acústicos
vibráticos

FAZEM PARTE INTEGRANTE
DA ARQUITECTURA MODERNA

Soc. Comercial de Isolamentos
de Cortiça, Lda.

AV. ANTÓNIO AUGUSTO DE AGUIAR, 17
LISBOA

Tel: 53 7181 Teleg: Isola

C. D. U. 691.328.2

TÓPICOS SOBRE BETÃO PRÉ-ESFORÇADO

por AMILCAR DE MELO
Engenheiro Civil (E. M.)
Licenciado em Ciências Matemáticas
e Engenheiro Geógrafo (U. L.)

RESUMO

O betão pré-esforçado apareceu na Suíça devido à falta de aço durante a última guerra e tem um método de cálculo com um carácter inteiramente diferente, se o compararmos com o betão armado corrente.

Os elementos matematicos e de estabilidade, para o seu cálculo, encontram-se em livros da especialidade, mas, tão misturados com outras especificações dispensáveis para uma iniciação neste assunto, que a assimilação dos conhecimentos para projectar este tipo de material, se torna bastante dificil para os que nele pretendem iniciar-se.

Um conhecimento básico esquemático para aqueles que desejam dar os primeiros passos na técnica de projectar vigas feitas com este tipo de betão, é apresentado neste artigo, pelo autor, que apresenta também uma tabela de dimensões mais apropriada para vigas, para uma série de momentos flectores.

SYNOPSIS

Prestressed concrete has had its begining in Switzerland by rarity of iron during the last war and has a method of calcul with an entirely different character if we compare it with normal reinforced concrete.

The mathematic and stabilistic equipment in the background of its calculation is found in books of speciality but so entangled with other dispensable specifications to the first understanding of this matter, that makes to the non initiated quite difficult assimilate its knowledge, to project this type of material.

A summary of basic knowledge to whom wish to give his first steps in design beams made with this type of concrete, is presented in this paper by the A, and a table of dimensions more suitable to beams for a series of bending moments.

O betão pré-esforçado ou pré-tendido teve a sua origem na Suíça durante a guerra, com o intuito de se restringir o consumo do aço (então sob severo racionamento já que era todo importado), por um melhor aproveitamento das suas propriedades.

A indústria do aço, pelo estudo experimental do metal, após os tratamentos térmicos a que sujeitava os varões, conseguiu produzir aços cada vez mais tenazes, de alto limite elástico.

O estudo químico da fabricação dos cimentos, a partir dum mais cuidadoso doseamento das argilas e das cales e duma mais cuidadosa regulação do cozimento, e ainda a experimentação em laboratórios de ensaios, da resistência de argamassas com eles fabricadas, auxiliado pelo estudo meticuloso da granulometria das areias e da percentagem de água das amassaduras, conduziram-se simultâneamente de maneira a proporcionar materiais cuja resistência é, na actualidade, muito superior à que tinham os primeiros betões do princípio deste século.

Por outro lado a moderna vibração mecânica das argamassas expulsando pràticamente todo o ar retido entre os grãos de areia, favorecendo um mais íntimo arranjo entre os grãos de areia entre si e entre eles e as diminutíssimas partículas do cimento, e ainda a limitação da quantidade de água da amassadura quase estritamente à que exige a reacção química de hidratação, mais concorreram para aumentar a compacidade das massas, favorecendo assim, mais ainda, o aumento da resistência à compressão dos betões.

A economia resultante da fabricação mecânica e em série de peças com dimensões rigorosas e padronizadas, armadas com os varões de aço de alto limite elástico, com a secção apropriada ao tipo das peças e aos momentos flectores a que elas se destinam, mais veio acentuar a necessidade de os técnicos reverem as formas das peças que projectavam e de procurarem confiar a sua fabricação a oficinas muito especializadas onde todos os factores são encarados cientìficamente, em vez de alguns serem deixados ao critério e à experiência profissional de capatazes ou de simples operários sem o suficiente e adequado grau de preparação.

Torna-se, porém, necesário que os técnicos, em vez de se limitarem a receber as peças de betão pré-fabricadas e a montá-las nas obras de acordo com planos rigorosamente estudados pelos engenheiros, tenham um mínimo de conhecimentos que lhes permita poderem, com uma certa consciência apoiada no seu saber, regular as condições de

montagem e de aplicação do novo material que já passou a ser-lhes posto à disposição.

Os presentes tópicos têm por fim difundir no meio técnico geral uns conhecimentos básicos de betão pré-esforçado, cujo método de cálculo difere notàvelmente do betão armado corrente, acontecendo que o cálculo duma secção deste material é muito mais trabalhoso do que o cálculo de 4 ou de 5 secções de betão armado corrente.

Apresenta-se conjuntamente uma lista de peças com as suas características, com o momento flector já calculado, e que melhor se adaptem aos esforços e solicitações de cada caso em estudo, e que muito poderão auxiliar poupando tempo aos engenheiros projectistas.

1 — NOMENCLATURA. CARGAS DE ROTURA

Uma das *maiores dificuldades* com que depara o técnico que queira projectar uma peça de *betão pré-esforçado*, habituado ao cálculo do betão armado normal, *reside* em que a própria *nomenclatura das fadigas do betão e do aço* é aqui diferente da do betão armado normal. Nesse, as fadigas do betão e do aço, são: R_b e R_a na compressão e R'_b e R'_a na tracção.

No betão pré-esforçado as fadigas unitárias designam-se por: n_a no aço, e n_b no betão. Como há normalmente três camadas ou toalhas de fios de aço, designam-se pelas letras: n_{a_1} a fadiga da toalha inferior, n_{a_2} a da toalha média e n_{a_3} a da toalha superior.

As fadigas do betão calculam-se nas fibras extremas ou marginais das peças: n_{b_i} na margem inferior e n_{b_s} na margem superior.

O betão armado normal constrói-se no lugar próprio que deverá ocupar definitivamente; o betão armado pré-esforçado constrói-se muitas vezes em oficinas onde se dispõe de aparelhagem especial para tender os fios ou em estaleiro próximo do lugar do emprego, e coloca-se «in loco» com o auxílio de guindastes. O betão pré-esforçado é um betão que «viaja».

Materiais e dosagens: areia: grão máximo 6 mm: cascalho grão máximo 15 mm. Proporção cascalho/areia: 4/3. Dosagem mínima 400 Kg de cimento por m³. Factor cimento/água = 2,7. Consistência: a de terra húmida (Ritter e Lardy — pág. 38). Granulometria muito bem estudada.

Deformações diferidas do betão: *retracção* 4×10^{-4} *«fluage»* 4×10^{-4}. Soma dos efeitos: 8×10^{-4} ou seja 8 dmm por metro de comprimento. Sendo o módulo de elasticidade do betão E = 20 000 e F a «fluage», será

$$F = 8 \times 10^{-4} \times 2 \times 10^{4} = 16 \text{ kg/mm}^2$$

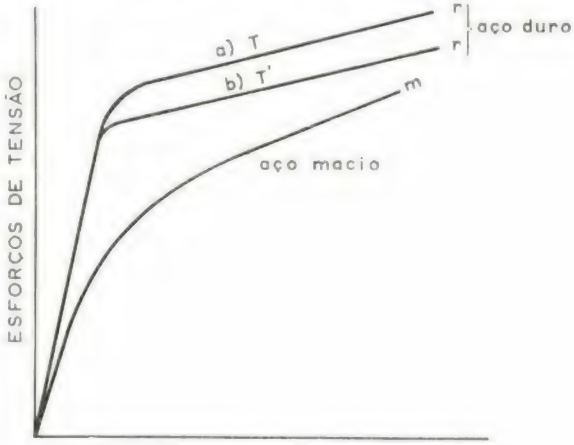
Se empregássemos aço macio, cuja fadiga limite é de 20 kg/mm² (2000 kg/cm²) a tensão resultante no aço seria 20 — 16 = 4 kg/mm² e pouco lucraríamos. *Empregando aço duro tendido a 100 kg/mm² a tensão final* após a retracção e a fluage será 100 — — 16 = 84 kg/mm² ou 84°/₀ do valor inicial. Pouco se perdeu. É só por causa da retracção e da «fluage» que se é obrigado a recorrer aos aços de alta resistência.

Factor de «fluage»: k

$$k = \frac{\delta \text{ total}}{\delta \text{ elástico}} = \frac{E \text{ elástico}}{E \text{ total}} = 4$$

em valor médio consoante a idade da peça podendo variar de 2 a 6. *O valor de m* que é 15 ou 10 no betão armado normal, *é neste apenas 5.*

Na figura junta estão representados os diagramas dos esforços de tensão em função do alongamento sob tensão constante: *a*) — alongamento instantâneo; *b*) — alongamento após estabilização. *A «fluage» do aço ou alongamento diferido é a diferença entre o alongamento total e o alongamento instantâneo, por unidade de comprimento inicial sob tensão constante.* Um fio cuja «fluage» se efectuou totalmente sob uma tensão T comporta-se elàsticamente e já não «flue» sob uma tensão T' < T.



Coeficiente elástico do aço
$E_a = 2{,}1 \times 10_9$ kg/cm²
Coeficiente elástico do betão
$E_b = 1{,}05 \times 10^5$ kg/cm²

$$k \cdot m = \frac{E_a}{E_b} = 20$$

No aço a «fluage» é rápida; a estabilização é lenta (dias). No betão a «fluage» é lenta e o encurtamento por esse fenómeno é ínfimo quando o alongamento do aço por «fluage» já se estabilizou. Daí, no betão pré-esforçado tem de se encarar a perda de tensão do aço sob comprimento constante que é a *«relaxação» do aço.*

As cargas de rotura são as seguintes:

do aço à tracção:

$$150\ kg/mm^2 = R$$

do betão à compressão:

$$425 \text{ a } 500\ kg/cm^2 = N$$

O preço da armadura de pré-esforço é proporcional ao preço p do aço, e inversamente proporcional à sua fadiga de serviço n'_s. Admitindo que a armadura de pré-esforço se distende a uma fracção $\Theta < 1$ do seu limite elástico n'_e, e que a perda de tensão n'_p é constante, o preço é proporcional a

$$\frac{p}{n'_s} = \frac{p}{\Theta n'_e - n'_p}$$

e como n'_p é pequeno em face de $\Theta n_e, = \frac{1}{5}$ sensìvelmente, é proporcional a $\frac{p}{n'_e}$. Então o cociente do preço do aço pelo respectivo limite elástico, mede o interesse desse aço na aplicação do pré-esforço.

2 — MOMENTOS RESISTENTES DAS PEÇAS

Se designarmos por

M_{RB} — o momento resistente de rotura do betão;
M_{RA} — o momento resistente de rotura da armadura de aço de pré-esforço;
ω — a área da secção recta do aço;
R — a resistência do aço à rotura;
N — a resistência do betão à compressão;
h′ — a altura útil da peça;
b, b′, e — os elementos análogos aos das peças de betão armado convencional

deverão verificar-se as relações seguintes:

$M_{RA} = 0{,}9\ h'\ \omega\ R$

$M_{RB} = 0{,}22\ b\ h'^2\ N$ (numa secção rectangular)

$M_{RB} = 0{,}9\ (b - b')\ h'\ N$ (numa secção de viga T) e para uma laje de espessura igual ou inferior a h′ 4).

Esta última expressão toma uma outra forma para uma laje vigada com espessura superior a h′/4 e é assemelhada a uma secção rectangular pela fórmula:

$$M_{RB} = 0{,}22\ (b - b')\ h'^2\ N$$

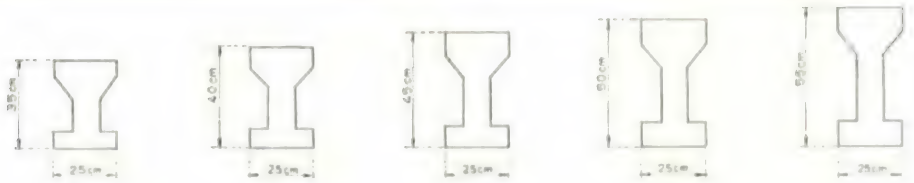
Designando por M_c e $2M_s$ os momentos flectores desenvolvidos pelas cargas permanentes e pelo dobro das sobrecargas, deverá ser:

$$M_c + 2\ M_s < 0{,}9\ M_{RA}$$
$$M_c + 2\ M_s < 0{,}7\ M_{RB}$$

3 — SECÇÕES A ADOPTAR

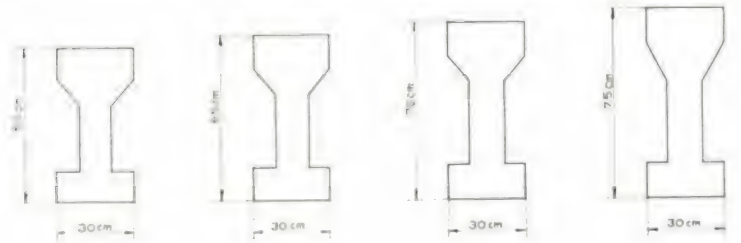
Para facilidade de escolha da secção mais adequada para cada caso apresenta-se a seguinte colecção de tipos de secção extraída do livro «Le Béton Précontraint» de Ritter et Lardy, prof. da Univ. de Zurique, tradução de Delarue, ed. de Dunod — a pág. 75.

Largura b = 25 cm



Altura cm	35	40	45	50	55
Peso kg f/ml	163	188	206	224	239
Mom. máx. t × m	5	7	9	10	12
Pré-esf. t	16	18	21	23	24

Largura b = 30 cm



Altura cm	60	65	70	75
Peso kg f/ml	318	346	365	395
Mom. máx. t × m	16	19	24	29
Pré-esf. t	32	34	36	40

Para facilidade de pesquisa duma secção que satisfaça a determinado momento flector, pode utilizar-se a seguinte tabela:

Secções cm	p kg/ml	Momento flector que poderá suportar
25 × 35	168	500 000 kg × cm
25 × 40	188	700 000 »
25 × 45	209	900 000 »
25 × 50	224	1 000 000 »
25 × 55	239	1 200 000 »
30 × 60	318	1 600 000 »
30 × 65	348	1 900 000 »
30 × 70	365	2 400 000 »
30 × 75	395	2 900 000 »

cujos valores foram rigorosamente calculados pelo signatário, e arredondados para os incluir na tabela.

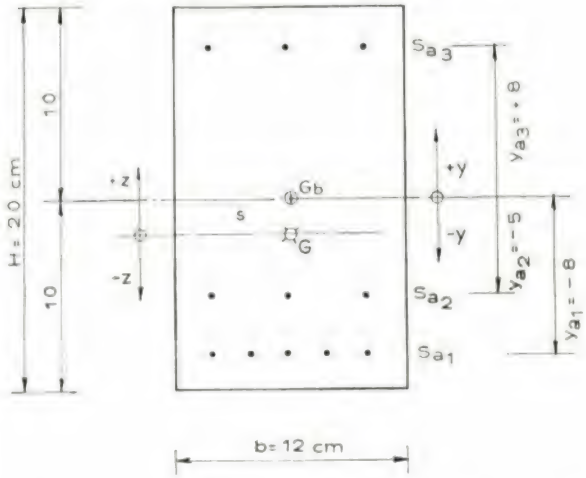
Convém notar que sendo a secção submetida totalmente a esforços de compressão, não há que determinar a posição da fibra neutra e o momento de inércia determina-se em relação à fibra que passa pelo centro de gravidade da área.

4 — EXEMPLO DE APLICAÇÃO

No que segue apresentamos um exemplo de cálculo duma peça para suportar os esforços seguintes:

M = 155 500 kg/cm

N = — 30 520 kg (tracção)



Seja uma secção de betão com as dimensões b × h = 12 × 20 cm armada com 3 «toalhas» de varões de aço com o número, diâmetro e secção tranversal recta que designaremos respectivamente por

$$S_{a_1}\ S_{a_2}\ S_{a_3}$$

para a toalha inferior, média e superior e cada uma das quais tem os valores seguintes:

$$S_{a_1} = 5\,\phi\,6\text{ mm} = 5 \times 28{,}3\text{ mm}^2 = 141{,}5\text{ mm}^2 = 1{,}415\text{ cm}^2$$

$$S_{a_2} = 3\,\phi\,6\text{ mm} = 3 \times 28{,}3\text{ mm}^2 = 84{,}9\text{ mm}^2 = 0{,}850\text{ cm}^2$$

$$S_{a_3} = 3\,\phi\,4\text{ mm} = 3 \times 12{,}57\text{ mm}^2 = 37{,}7\text{ mm}^2 = 0{,}377\text{ cm}^2$$

Sendo a área da secção recta de betão b × h = = 12 × 20 = 240 cm² as percentagens de metal serão para cada toalha, designando-as por μ.

$$\mu_1 = \frac{S_{a_1}}{bh} = \frac{1{,}415}{240} = 0{,}00590 = 0{,}590\,\%$$

$$\mu_2 = \frac{S_{a_2}}{bh} = \frac{0{,}850}{240} = 0{,}00354 = 0{,}354\,\%$$

$$\mu_3 = \frac{S_{a_3}}{bh} = \frac{0{,}377}{240} = 0{,}00157 = \frac{0{,}157\,\%}{1{,}101\,\%}$$

A cada uma dessas toalhas de varões serão aplicados esforços de tracção (cujo sinal convencionaremos ser o sinal negativo, e positivo para os esforços de compressão), com os valores seguintes:

$n^p_{a_1} = -14\,000$ kg/cm² na toalha inferior

$n^p_{a_2} = -14\,000$ kg/cm² na toalha média

$n^p_{a_3} = -\ 6\,000$ kg/cm² na toalha superior

O coeficiente de elasticidade do aço é

$$E_a = 2{,}1 \times 10^6$$

O factor de plasticidade k que caracteriza o fenómeno de «fluage» do betão é tal que

$$k = \frac{\text{alongamento total } \delta_{tot}}{\text{alongamento elástico } \delta_{elast}} = \frac{\dfrac{1}{E_{b_{tot}}}}{\dfrac{1}{E_{b_{elast}}}} = \frac{E_{b_{elast}}}{E_{b_{tot}}}$$

Sendo m o coeficiente do betão armado usual, é

$$km = \frac{E_{a\,(aço)}}{E_{b\,(betão)}} \qquad \text{sendo} \qquad k > 1$$

Considera-se $k.m = 20$

(sendo neste betão $m = 5$ a 6 será $k = 4$ a $3{,}3$) e

$$E_b = \frac{E_a}{km} = \frac{2{,}1 \times 10^6}{20} = \frac{2{,}1}{2} \times 10^5 =$$

$$= 1{,}05 \times 10^5 \cong 10^5 \text{ kg/cm}^2$$

Coeficientes de retracção:

No betão é de 0,5 mm por metro; no aço é nulo.

$$\varepsilon_a = 0 \qquad \varepsilon_b = \varepsilon_r$$

e

$$\varepsilon_r = 0{,}0005$$

A queda de tensão no aço é $\Lambda_n = E_a \cdot \varepsilon_{pl}$ e considera-se

$$\varepsilon_{pl} = 0{,}000143$$

nas armaduras inferior e média, e zero na superior.

1.º — Fixação das distâncias das toalhas de armadura ao centro de gravidade geométrico da secção:

$y_{a_1} = -8$ cm $\qquad y_{a_2} = -5$ cm $\qquad y_{a_3} + 8$ cm

2.º — Excentricidade entre o centro de gravidade da secção (c. g. geométrico) e o centro de gravidade estático, entrando em linha de conta com a presença do metal:

$$s = \frac{-km \Sigma \mu y_a}{1 + km \Sigma \mu}$$

Para calcular os Σ faremos o cálculo dos μy

$$\mu_1 y_{a_1} = -0{,}00590 \times 8 = -0{,}04720$$

$$\mu_2 y_{a_2} = -0{,}00354 \times 5 = \frac{-0{,}01770}{-0{,}06490}$$

$$\mu_3 y_{a_3} = +0{,}00157 \times 8 = \frac{+0{,}01256}{-0{,}05234} = \Sigma \mu y_a$$

e o valor do numerador de s é então:

$$-km \Sigma \mu y_a = -20 \times -0{,}05234 = +1{,}0468$$

Cálculo do Σ do denominador: $\mu_1 = 0{,}00590$

$\mu_2 = 0{,}00354$

$\mu_3 = 0{,}00157$

$\Sigma_\mu = 0{,}01101$

e

$$km \Sigma \mu = 20 \times 0{,}01101 = 0{,}2202$$

$$1 + km \Sigma \mu = 1{,}2202$$

O afastamento entre os dois centros de gravidade é:

$$s = \frac{-km \Sigma \mu y_a}{1 + km \Sigma \mu} = \frac{+1{,}0468}{1{,}2202} =$$
$$= 0{,}8578 \cong +0{,}86 \text{ cm}$$

Esse centro de gravidade G fica 0,86 cm abaixo do centro gravidade da secção de betão simples G_b e as ordenadas das toalhas de armaduras em relação a esse centro, que designaremos por ZZ, serão:

$$Z_{a_1} = -8 - (-0{,}86) = -8 + 0{,}86 = -7{,}14 \text{ cm}$$
$$Z_{a_2} = -5 - (-0{,}86) = -5 + 0{,}86 = -4{,}14 \text{ cm}$$
$$Z_{a_3} = +8 - (-0{,}86) = +8 + 0{,}86 = +8{,}86 \text{ cm}$$

3.º — Designando agora por S a área da Secção homogeneizada do betão, teremos:

$S = S_b\ (1 + km \Sigma \mu) = 240 \text{ cm}^2 \times 1{,}2202 =$ $= 292{,}8 \text{ cm}^2$ e o momento de inércia será:

$$I = I_{betão} + km \Sigma S_a Z_a^2$$

que é a soma do momento de inércia do betão mais a soma dos produtos das áreas dos aços de cada toalha, pelo quadrado da distância dos dois centros de gravidade, ampliadas as áreas dos aços pelo coeficiente de homogeneização km.

Porém o momento de inércia $I_{betão}$ compõe-se de duas parcelas:

- primeira: o I do rectângulo simples em relação ao centro de gravidade geométrico.
- segunda: o produto de área do rectângulo pelo quadrado da distância dos dois eixos.

$$I_{betão} = \frac{bh^3}{12} + S_b \times S^2 =$$
$$= \frac{12 \times 20^3}{12} + 12 \times 20 \times 0{,}86^2 =$$
$$= 20^3 + 240 \times 0{,}7396 = 8000 + 177 = 8177 \text{ cm}^4$$

Cálculo do $\Sigma S_a Z_a^2$:

$$S_{a_1} Z_{a_1}^2 = 1{,}415 \times 7{,}14^2 = 1{,}415 \times 50{,}98 = 72{,}1$$
$$S_{a_2} Z_{a_2}^2 = 0{,}850 \times 4{,}14^2 = 0{,}850 \times 17{,}14 = 14{,}5$$
$$S_{a_3} Z_{a_3}^2 = 0{,}377 \times 8{,}86^2 = 0{,}377 \times 78{,}50 = 29{,}6$$
$$\Sigma S_a Z_a^2 = 116{,}2$$

e então virá:

$$I = I_{betão} + km \Sigma S_{a_i} Z_{a_i}^2 = 8177 + 20 \times 116{,}2 =$$
$$= 8177 + 2324 = 10501 \text{ cm}^4$$

4.º — Cálculo dos esforços nas diferentes toalhas:

a) — Toalha inferior:

$$\bar{n}^p_{a_1} = n^p_{a_1} + E \times (\varepsilon_r + \varepsilon_{pl}) =$$
$$= -14000 + 2{,}1 \times 10^6\ (0{,}0005 + 0{,}000143) =$$
$$= -14000 + 2{,}1 \times 10^6\ 0{,}000643 =$$
$$= -14000 + 2{,}1 \times 643 = -14\,000 + 1\,350 =$$
$$= -12650 \text{ kg/cm}^2$$

b) — Toalha média:

$$\bar{n}^p_{a_2} = n^p_{a_2} + E \times (\varepsilon_r + \varepsilon_{pl}) =$$
$$= -14000 + 2{,}1 \times 10^6\ (0{,}0005 + 0{,}000143) =$$
$$= -14000 + 1350 = -12650 \text{ kg/cm}^2 \text{ (como acima)}$$

c) — Toalha superior:

$$\bar{n}^p_{a_3} = n^p_{a_3} + E\ (\varepsilon_r + \varepsilon_{pl}) =$$
$$= -6000 + 2{,}1 \times 10^6 \times 0{,}00050 =$$
$$= -6000 + 2{,}1 \times 500 = -6000 + 1050 =$$
$$= -4950 \text{ kg/cm}^2$$

5.º — Cálculo dos $\Sigma \bar{n}^p_a S_a$ e $\Sigma \bar{n}^p_a S_a Z_a$

$$\Sigma \bar{n}^p_a S_a = -12650 \times S_{a_1} - 12650 \times S_{a_2} -$$
$$- 4950 \times S_{a_3} = -12650 \times 1{,}415 -$$
$$- 12650 \times 0{,}850 - 4950 \times 0{,}377 =$$
$$= -12650 \times (1{,}415 + 0{,}850) - 4950 \times 0{,}377 =$$
$$= -12650 \times 2{,}265 - 4950 \times 0{,}377 =$$
$$= -28652 - 1866 = -30518 \text{ kg}$$

$$\Sigma \bar{n}^p_a S_a Z_a =$$

$$= -12650 \times 1{,}415 \times (-7{,}14) = +127806$$
$$-12650 \times 0{,}850 \times (-4{,}14) = +\ 44505$$
$$+172311$$
$$-4950 \times 0{,}377 \times (+8{,}66) = -\ 16532$$
$$+155779 \text{ kg cm}$$

6.º — Fadiga no betão:

Com estes elementos poderemos agora calcular a expressão que nos dará as fadigas no betão:

$$n_{1_b} = -\left[\frac{\Sigma \bar{n}_a^p S_a}{S} + Z_b \frac{\Sigma \bar{n}_a^p S_a Z_a}{I}\right] =$$

$$= -\left[-\frac{30518}{292,8} + Z_b \frac{155779}{10501}\right] =$$

$$= +\frac{30518}{292,8} - Z_b \frac{155779}{10501} =$$

$$= +104,2 - 14,83\, Z_b \text{ kg/cm}^2$$

Fazendo $Z = 10,0 + 0,86 = 10,86$ teremos a fadiga do betão na face superior:

$$n_s = +104,2 - 14,83 \times 10,86 =$$
$$= +104,2 - 161,0 = -56,8 \text{ kg/cm}^2$$

que é um esforço de tracção.

Fazendo $Z = -10,0 + 0,86 = -9,14$ teremos a fadiga do betão na face inferior:

$$n_i = +104,2 + 14,83 \times 9,14 =$$
$$= 104,2 + 135,5 = +239,7 \text{ kg/cm}^2$$

que é um esforço de compressão.

7.º — Fadigas no aço:

$$n_a = \bar{n}_a^p + km \,.\, n_b =$$
$$= -12650 + 20\,(104,2 - 14,83\, Z_a)$$
$$= -12650 + 2084 - 296\, Z_a$$
$$= -10566 - 296\, Z_a$$

Fazendo sucessivamente, nesta expressão:

$Z_{a_1} = -7,14$ cm; $Z_{a_2} = -4,14$ cm e $Z_{a_3} = +8,6$ cm determinar-se-á a fadiga em cada uma das toalhas de armaduras:

a) — Armadura inferior: $Z_{a_1} = -7,14$

$$n_{a_1} = -10566 - 296 \times (7,14) =$$
$$= -10566 + 2113 = -8453 \text{ kg/cm}^2$$

b) — Armadura média: $Z_{a_2} = -4,14$

$$n_{a_2} = -10566 - 296 \times (-4,14) =$$
$$= -10566 + 1217 = -9349 \text{ kg/cm}^2$$

c) — Armadura superior: $Z_{a_3} = +8,86$

$$n_{a_3} = -4950 + 2084 - 296 \times +8,86 =$$
$$= -4950 + 2084 - 2622 = -7572 + 2084 =$$
$$= -5488 \text{ kg/cm}^2$$

Os limites de resistência do aço do betão pré-esforçado são:

Carga de rotura 140 a 160 kg/mm².

Limite de elasticidade convencional 110 a 125 kg/mm².

Carga de segurança 80% da carga de rotura: 80% 160 = 128 kg/mm².

Fadiga máxima 75% do limite de elasticidade convencional:

75% de 110 = 77,5 kg/mm²
75% 125 = 93,8 kg/mm².

5 - ESTRIBOS NO BETÃO PRÉ-ESFORÇADO

Se as peças de betão pré-esforçado estão totalmente sujeitas a esforços de compressão, parece que não faria falta a colocação de estribos.

Porém, se a alma duma viga pré-esforçada for bastante delgada em relação aos banzos, a sua retracção é muito mais rápida do que a dos banzos e daí o aparecimento de finíssimas fendas transversais por virtude de diferenças na retracção.

Se a alma tiver de suportar um elevado esforço de corte, conjuntamente com a retracção, maior motivo haverá para o aparecimento de fendas. É exclusivamente *com o fim de obviar a este risco que se colocam estribos nas almas* das vigas de betão pré-esforçado.

A segurança exige que, sendo uma das fadigas principais extremas uma tracção, a razão das fadigas principais extremas de compressão e de tracção se mantenha inferior a 49/4 em qualquer ponto da alma.

Se tal não suceder, dever-se-ão colocar estribos capazes de resistir ao esforço transverso.

As extraordinárias condições de varejamento que se verificam quando as vigas são transportadas em viaturas de carga por estrada, provocadas pelas desigualdades do pavimento, pela elasticidade das molas e devido aos arranques e às travagens, e ainda a sua deslocação e oscilações quando os guindastes as transportam do local de fabrico para uma viatura e desta para o seu local de emprego, faz que suceda que nos transportes se verifiquem os valores mais desfavoráveis das solicitações sob o ponto de vista deste esforço.

Em vista do exposto é indispensável dotar as vigas de betão pré-esforçado de estribos que calcularemos e distribuíremos como no betão armado convencional, atendendo no entanto à redução das secções de acordo com a maior resistência do aço que para os estribos se usar.

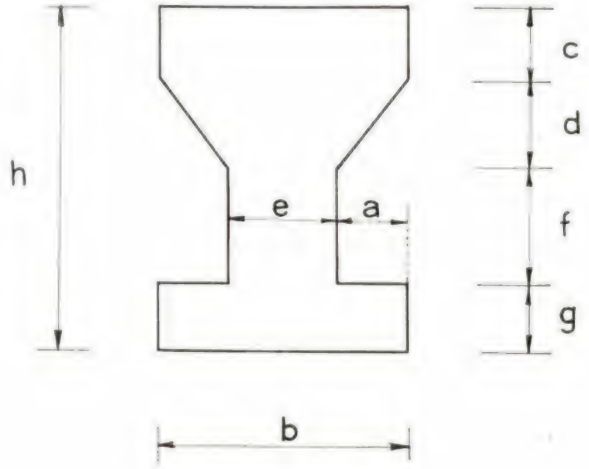
6 — PORMENORES CONSTRUTIVOS DO AÇO

Os cabos são colocados dentro dos moldes metidos numa bainha, onde vão oleados com uma gordura *solúvel na água*. Para terminar a obra, lava-se o cabo com uma injecção de água que dissolve a gordura, até a água sair isenta de gordura. Depois injecta-se ar comprimido para enxugar bem o cabo e a bainha, e finalmente injecta-se argamassa muito fluida, sob pressão, de cimento C P A especialmente estudada, homogeneizada e tendo adicionado um plastificante; não se usa o ar comprimido porque isso faria uma injecção brutal; usa-se uma bomba de membrana (Robinson et Grelot — pág. 34). Se o cabo é inclinado, a injecção é feita a partir da zona mais baixa, para expulsar bem o ar. Por fim dobram-se as extremidades dos fios em cote ou cabeçote e envolvem-se as dobras em argamassa de cimento ou em betão fino que oculta e protege a amarração.

Os cabos das pontes suspensas têm os fios torcidos alternadamente num e noutro sentido. Não se pode, por esse facto, esticar bem um cabo com torsões alternadas, tanto como um cabo de fios paralelos, por isso a resistência daqueles não é mais do que 83 % da resistência soma das resistências dos seus fios isolados. Embora os fios dum cabo e do outro sejam do mesmo diâmetro e da mesma qualidade, o rendimento do cabo de ponte suspensa é inferior. A amarração dos fios num extremo é feita entalando os fios, um por um, nas cavas da superfície dum cone macho, por meio de cunhas, que por sua vez é introduzido no interior dum cone fêmea por sua vez embebido no betão. Em volta deste cone, e embebidos no betão, dispõe-se um elevadíssimo número de espiras de fio de aço que fazem uma cintagem perfeita no extremo da peça. Essa cintagem é dupla: uns fios cintam a parede interior do cone fêmea, junto ao cone macho, outros cintam a parede exterior, junto à superfície (fig. Robinson et Grelot, pág. 32).

7 — SÉRIE DE SECÇÕES TIPO E INFORMAÇÃO BIBLIOGRÁFICA

As dimensões das secções vão indicadas em centímetros no quadro junto.



Dimensões

			a	b	c	d	e	f	g
Secção	tipo	I	35	25	7	9	12	7	7
»	»	II	40	25	8	9	15	8	8
»	»	III	45	25	9	9	18	9	9
»	»	IV	50	25	10	9	21	10	10
»	»	V	55	25	10	9	26	10	10
»	»	VI	60	30	12	10	26	12	12
»	»	VII	65	30	13	10	29	13	13
»	»	VIII	70	30	14	10	32	14	14
»	»	IX	75	30	14	10	37	14	14

Características técnicas das secções da série

Tipo	b	h	S_b cm²	Peso Kg/ml	y cm	I cm⁴	M máx. Kg × cm
I	25	35	654	163	18,0	81.400	500 000
II	25	40	737	184	19,0	120.600	700.000
III	25	45	820	205	21,5	171.000	900.000
IV	25	50	893	223	24,5	238.500	1.000.000
V	25	55	948	237	26,5	303.500	1.200.000
VI	30	60	1.304	326	29,5	483.000	1 600.000
VII	30	65	1.406	352	31,5	618.500	1.900.000
VIII	30	70	1.508	377	32,5	777.400	2.400.000
IX	30	75	1.578	394	36,5	934.200	2.900.000

COMPANHIA PORTUGUESA DE TREFILARIA, S. A. R. L.

trefilaço

A40
σ 0,2 = 40 kgf/mm²

MALHASOL

A50
σ 0,2 = 50 kgf/mm²

AÇO
BI

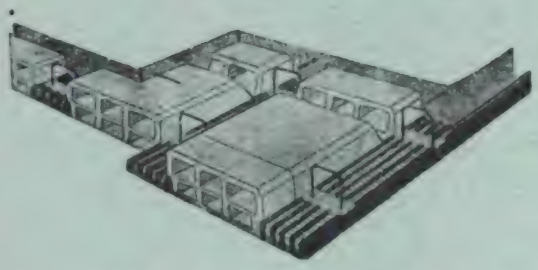
A68
σ 0,2 = 68 kgf/mm²

AÇOS DE ALTA RESISTÊNCIA
PARA BETÃO ARMADO

DIAL — GABINETE TÉCNICO
R. DO INSTITUTO INDUSTRIAL, 18-1.º Dt.º
TELEFONES 67 12 24/5 e 67 37 85 - LISBOA

PRÉ - ESFORÇADOS CERÂMICOS

PATIAL
patente stahlton



PAVIMENTOS, TECTOS, FORROS, COBERTURAS, ASNAS, SILOS

CERVAL
CERÂMICA VALE DE LOBOS, L.DA

R. JOAQUIM A. AGUIAR, 41, 5.º-D. - LISBOA - TEL. 53 11 38/9/0

PRISMA

ARMADURAS
PRÉ-FABRICADAS
EM TODOS
OS TIPOS DE AÇO
PARA BETÃO

AÇO A 24
AÇO A 40
AÇO A 50
AÇO A 68

PRISMA - Armaduras para Betão, SARL
Rua D. Luís I, 20 — LISBOA 2
Telef. 67 01 76

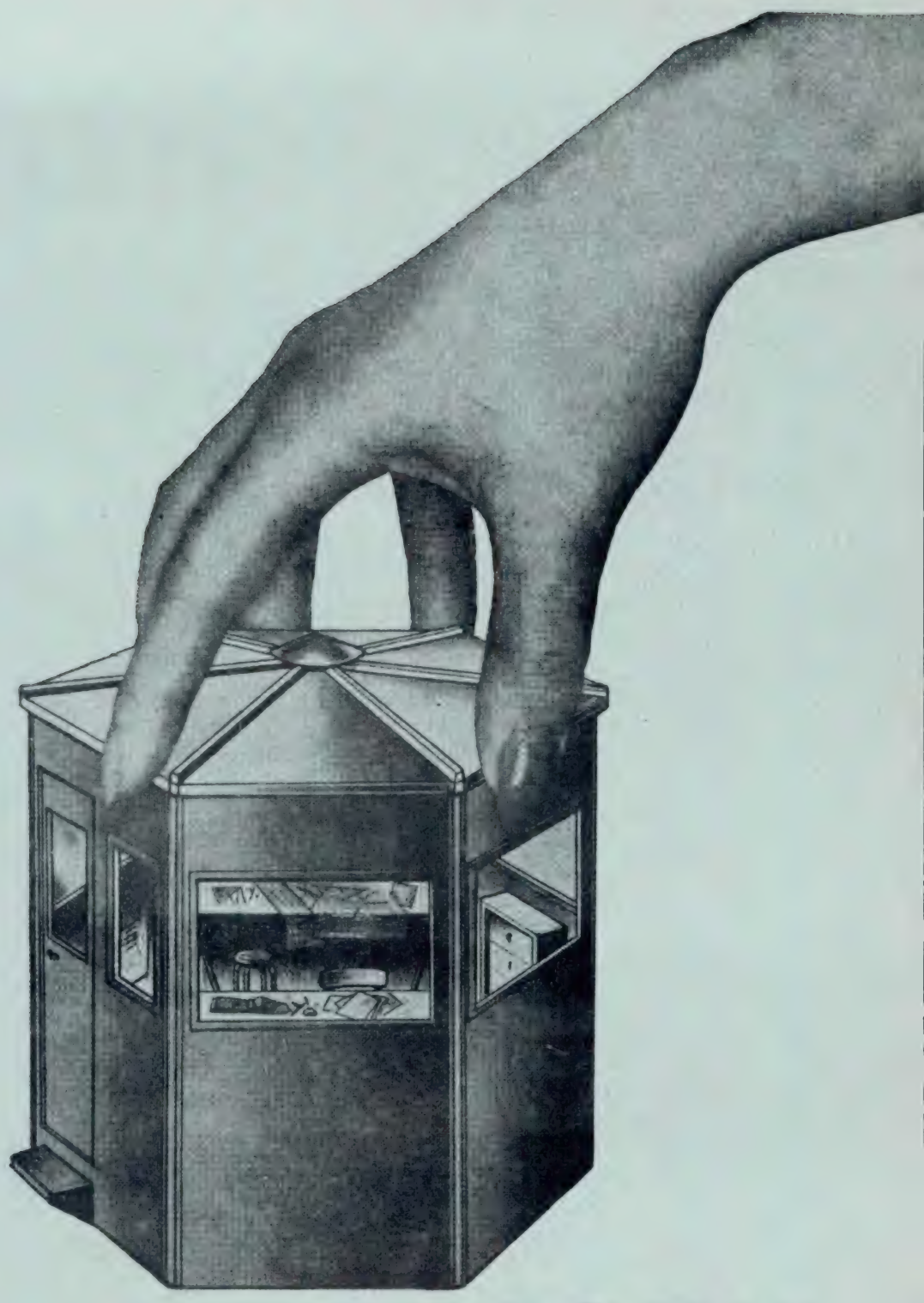
7.000 obras realizadas

coberturas
perfis especiais
vigas pré-esforçadas
pavimento trief
protecção de segurança

materiais novobra

pavimentos
em betão pré-esforçado
(homologados pelo Lab. Nac. de Engenharia Civil)

SOCIEDADE DE PRÉ-FABRICAÇÃO E OBRAS GERAIS NOVOBRA, LDA.
AV. EST. UNIDOS DA AMÉRICA, 100 - 5.º D.º - TEL. 774832 / 771603 - LISBOA 5



ESCRITÓRIOS MÓVEIS "RÉEL"

FABRICA PORTUGAL

RUA FEBO MONIZ, 20 — LISBOA-1

A teoria de que fizemos uso refere-se a construções em que os varões de aço tendidos têm aderência contínua e permanente do betão, sem dispositivos terminais de amarração, e foi colhida nos dois livros seguintes:

> «Le Béton Précontraint — Théorie, cálcul, éssais et réalisations suisses» par les Drs. Ritter et P. Lardy, professeurs à l'École Fédérale Polytéchnique de Zurich — Trad. de J. Delarue, Paris, Dunod, 1951 — — 87 pag. de texto;
> «Cours de Béton Précontraint» par J. R. Robinson Prof. à l' École Nationalle des Ponts et Chaussées, Paris, Dunod, — com 145 pag.

O cálculo apresentado para as fadigas refere-se apenas à zona entre os apoios; as extremidades e as zonas de aplicação das forças devem ser objecto, em cada caso, dum estudo especial.

8 — NOTÍCIA TÉCNICA

As primeiras construções de betão pré-tendido de que temos conhecimento, em Portugal, foram canalizações de 1,00 m de diâmetro interior construídas no fim do ano de 1933, para pressões de serviço de 4 kg/cm² e pouco superiores, pelo adjudicatário das obras de duplicação dos sifões do Aqueduto do Alviela a cargo do empreiteiro Sr. Eng.º Bernardo E. Moniz da Maia. As canalizações para essa pressão dotadas de armaduras calculadas pelos métodos correntes de cálculo não se apresentavam estanques quando submetidas aos ensaios de água sob pressão, efectuados em estaleiro.

Não podendo ser aceites, nem aplicadas na obra, teve aquele engenheiro a ideia de construir uns núcleos com fraquíssima armadura, e enrolá-los depois com um varão de aço macio pendente num poço profundo, em cuja extremidade pendia um peso elevado, betonando a armadura depois de ter soldado a primeira e a última espiras, para não poder desenrolar-se, ainda que a armadura sofresse uma rotura. Os tubos assim armados resistiam à experiência mantendo-se estanques a pressões até da ordem de 7 kg/cm².

Deduziu o então director dos estudos e obras da C. A. L. Sr. Eng.º. João Severo Cunha (do qual fomos o mais obscuro dos seus colaboradores), pela aplicação das fórmulas de Lamé, uma expressão para calcular a fadiga resultante da compressão aplicada pelo varão tendido na parede do tubo, à qual vinha opor-se a tracção resultante da pressão interior da água, quando os tubos estivessem em serviço.

Usámos nós depois as mesmas fórmulas no cálculo dos tubos que se construíram entre 1936 e 1939 para os sifões de 1,44 m de diâmetro do aqueduto do Tejo, para pressões superiores a 3 kg/cm².

Destina-se o presente trabalho a auxiliar a difundir a técnica do betão pré-esforçado no cálculo de vigas deste novo tipo de material, ou os que tenham que resolver problemas semelhantes.

C. D. U. 621.311.5/91

ELEMENTOS SOBRE A PRODUÇÃO E O CONSUMO DE ENERGIA NA REDE ELÉCTRICA NACIONAL (*)

DEZEMBRO

I — Breve nota mensal

As afluências ao conjunto do sistema produtor atingiram cerca de 957 GWh, valor que tem uma probabilidade de ser excedido da ordem dos 32 % e a que corresponde um coeficiente de produtibilidade hidroeléctrica de 1,22.

As afluências registadas desde o início do ano hidrológico (bimestre Novembro-Dezembro) têm uma probabilidade de serem excedidas da ordem dos 33%.

Em consequência do regime de afluências favorável, o armazenamento no conjunto das albufeiras, durante o mês de Dezembro, registou um acréscimo de 389 GWh, situando-se no fim do mês em cerca de 1174 GWh, valor correspondente a 55 % do armazenamento máximo possível.

II — Elementos gerais (GWh)

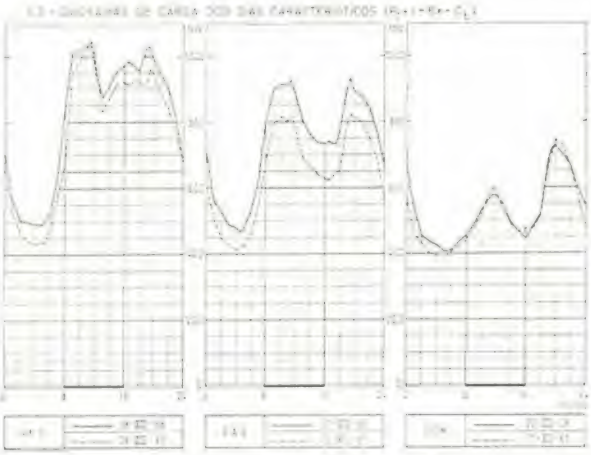
	a) Mensais		Variação %
	1967	1968	
Produção hidráulica (P_h) . .	469,6	552,0	+ 18
Produção térmica (P_t)	29,5	6,8	— 77
Produção total (P_T)	499,1	558,8	+ 12
Energia recebida de empresas não pertencentes ao RNC (E_r)	1,7	5,3	+212
Exportações (Ex)	2,2	1,8	— 18
Importações (I)	5,7	4,1	— 28
Saldo importador (S_I)	+3,5	+2,3	— 34
Cons. em bomb. hidroelé. (C_b) (1)	0,0	14,0	—
Produção para consumos perman. (P_{cp})	479,1	498,8	(1) + 4,1
Produção para consumos não perman. (P_{cnp}) . . .	25,2	53,6	+113
Total	504,3	566,4	+ 12
Coeficiente de hidraulicidade	0,45	1,22	—

NOTA:

(1) O aumento percentual da produção para consumos permanentes, tendo em conta a incidência dos domingos e dias especiais, é respectivamente de 0,8 e 9,4 %.

III — Diagramas de carga dos dias característicos

			4.ª feira:	
			1967	1968
Produção hidráulica		(P_h) MWh	16 350	20 028
Produção térmica		(P_t) MWh	2 426	1 400
Produção total		(P_T) MWh	18 776	21 428
Trocas com Espanha	Export.	(Ex) MWh	19	205
	Import.	(I) MWh	130	20
Cons. em bomb. hidroel.		(C_b) MWh	0	1 280
Prod. p.ª cons. perm.		(P_{cp}) MWh	18 102	18 043
Prod. p.ª cons. não perm.		(P_{cnp}) MWh	785	1 920
TOTAL		P_T + (-Ex) MWh	18 887	19 963
Características dos diagramas	P_T + (I-Ex)	Potência máx. MW	1 028	1 048
		Potência mín. MW	430	490
		Utiliz. da ponta horas	18,4	19,0
		Factor de carga	0,77	0,79
	P_{cp}	Potência máx. MW	994	968
		Potência mín. MW	398	404
		Utiliz. da ponta horas	18,2	18,6
		Factor de carga	0,76	0,78



IV — Energia armazenada nas principais albufeiras

Albufeiras:	No fim do mês	
	GWh	% (1)
Alto Rabagão	255,8	26,3
Paradela	66,4	29,8
Venda Nova	102,7	80,2
Salamonde	8,1	29,3
Caniçada	10,8	32,6
Vilar	30,2	30,0
Cabril	158,3	46,7
Castelo do Bode	70,5	43,3
Guilhofrei	3,8	45,8
Lagoa Comprida	31,8 (2)	89,7
Santa Luzia	28,8	46,8
Pracana	10,7	82,9
Póvoa	7,0 (3)	51,9
Total { com A. Rabagão . . .	784,9	37,0
Total { sem A. Rabagão . . .	529,1	46,0

NOTAS

(1) Coeficiente de enchimento em energia das albufeiras.

(2) Inclui 0,4 GWh armazenados em Vale do Rossim no início do mês e 1,9 GWh no fim do mês.

(3) Inclui 1,6 GWh armazenados no açude do Poio no início do mês e 1,9 GWh no fim do mês.

(*) *Elementos extraídos das estatísticas mensais do Repartidor Nacional de Cargas (R. N. C.). As produções e os consumos das empresas do R. N. C. representam cerca de 94 % dos totais do País.*

Senhor Empreiteiro:

A certeza de uma boa margem de lucro reside na combinação de custos de manutenção e operação baixos, grande eficácia e elevada reserva de potência, por parte das suas máquinas.

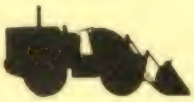
Tudo isto obterá numa

PÁ CARREGADORA CATERPILLAR

m³

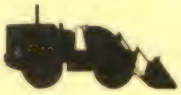
AS PÁS CARREGADORAS DE RODAS CATERPILLAR

são conhecidas em todo o Mundo pelas suas características de robustez, segurança e qualidade de concepção e fabrico



988 — ARTICULADA

5 Baldes com capacidades de 4,21 a 4,97 m³



980 — ARTICULADA

4 Baldes com capacidades de 3,06 a 3,82 m³

966 B — ARTICULADA

10 Baldes com capacidades de 2,10 a 3,82 m³

950 — ARTICULADA

8 Baldes com capacidades de 1,72 a 3,06 m³

944

9 Baldes com capacidades de 1,34 a 3,10 m³

922 B

4 Baldes com capacidades de 1,15 a 2,30 m³

À
S.T.E.T.
Apartado 1351 – Lisboa

TEC

Desejo receber (SEM COMPROMISSO DA MINHA PARTE):

- ☐ Literatura sobre equipamentos **CATERPILLAR**
  Indicar os modelos _____
- ☐ Literatura sobre motores **CATERPILLAR**
  Indicar os modelos _____
- ☐ A visita de um Delegado de Vendas

NOME OU FIRMA _____
PROFISSÃO OU ACTIVIDADE _____
ENDEREÇO _____

CATERPILLAR

Caterpillar, Cat são Marcas da Caterpillar Tractor Co.

RECORTE ESTE CUPÃO E ENVIE-O À S.T.E.T. SEM DEMORA

S.T.E.T.

SOCIEDADE TÉCNICA DE EQUIPAMENTOS E TRACTORES, S. A. R. L.
PRIOR VELHO (SACAVÉM) • PORTO • BEJA • COIMBRA

DO MUNDO TÉCNICO

DOIS NOVOS EQUIPAMENTOS ANALÍTICOS (PHILIPS)

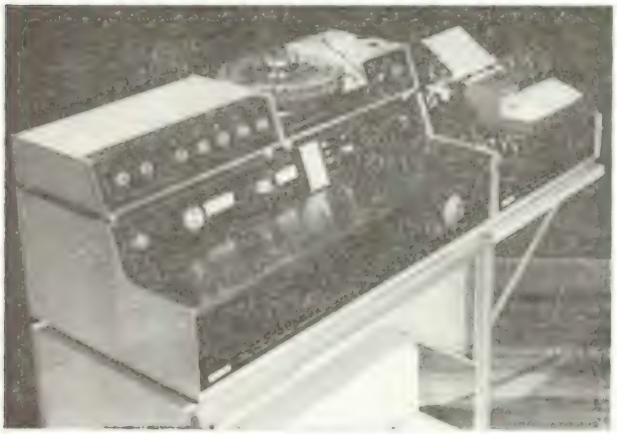
C. D. U. 535.853

Trata-se do ESPECTRÓGRAFO AUTOMÁTICO SIMULTÂNEO DE RAIOS-X, tipo PN 1250 e do ESPECTRÓGRAFO DE ULTRAVIOLETAS E LUZ VISÍVEL, tipo SP 3000, distinguidos com os prémios de INVESTIGAÇÃO INDUSTRIAL concedidos anualmente pela Corporação Americana de Investigação Industrial às cem melhores realizações tecnicas dum determinado ano.

O novo Espectrógrafo de Raios-X simultâneo PN 1250, foi especìficamente concebido para permitir análises de controle de grande precisão e a alta velocidede na produção de rotina.

Na amostra podem ser analisados simultâneamente até 7 elementos com a mesma grande precisão que, anteriormente, só era possível com utilização de aparelhos que analisavam os elementos um a um.

A função do operador do equipamento está limitada à simples manobra de dois botões; uma câmara de vácuo permite que uma amostra seja carregada enquanto a anterior é analisada. Quando se trate de analisar lotes de amostras, poderão utilizar-se selectores automáticos de amostras, um para 9 e outro para 120 unidades.



Bàsicamente a operação é análoga à realizada pelos aparelhos convencionais de análises pelos Raios-X. Um único tubo de Raios-X é utilizado como fonte de radiação primária; porém, 7 canais separados de análises recebem simultâneamente a radiação secundária originada na amostra. Cada canal está provido com o seu colimador próprio, cristal analisador, detector e equipamento de medida para cada comprimento de onda específico.

Como atrás dissemos podem analisar-se simultâneamente 7 elementos de número atómico não inferior a 9 quer se apresentem como sólidos, líquidos ou em pó. Com o fim de poder processar produtos de concentração tão variados, como os obtidos em diferentes fases dum processo de produção, o aparelho pode ser pré-ajustado para 3 diferentes programas de análises pela simples pressão de um botão.

A medida pode ser efectuada em valor absoluto, por comparação com valores padrões, ou por qualquer combinação entre estes métodos.

A análise é iniciada por meio de um segundo botão e a medida da intensidade de Raios-X convertida em percentagem de concentração, pelo computador integrado no aparelho, corrigindo-se os efeitos devido ao fundo inter-elementares e curvas de calibração não lineares.

Os resultados são impressos numa máquina de escrever, e um circuito especial de saída pode ser ligado a qualquer computador digital.

Uma nova versão para 14 elementos do PW 1250 será apresentada brevemente.

* * *

O Espectrofotómetro SP 3000, é o primeiro espectrofotómetro automático do Mundo, de alta precisão com completa apresentação digital de valores de absorção e transmissão. É o único sistema fotométrico, que sendo independente das variações do aparelho e dos erros do operador, dispõe de alto grau de reprodutibilidade (+0,0001 de absorção). Esta alta precisão é assegurada por um sistema automático de medida, que utiliza um potenciómetro de alta linearidade especialmente criado para o efeito.

Com acessórios adequados o aparelho dispõe de completa automatização na selecção em sequência dos comprimentos de onda, introdução da amostra, calibração, leitura e impressão digitais.

Poderão ser analisados automàticamente até 50 amostras envolvendo 10 comprimentos de onda diferentes e devolvidas aos seus suportes originais.

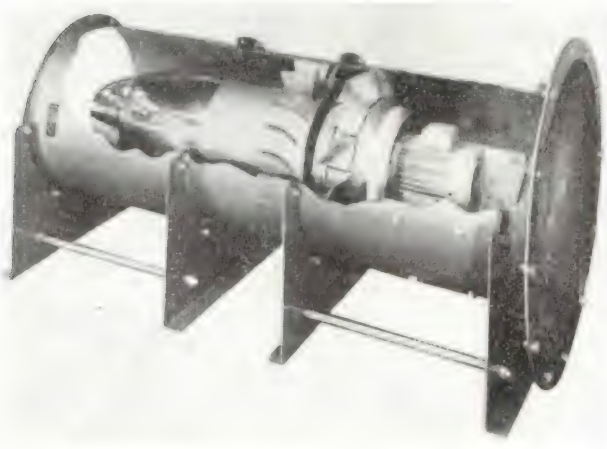
Os resultados são catalogados e inscritos numa máquina de escrever e um acessório extra permite uma saída em banda perfurada.

Este sistema é original na medida em que efectua análises precisas de amostras complexas sem necessidade da presença de um operador. Os erros do operador e os provenientes da leitura de escalas estão completamente eliminados.

NOVOS VENTILADORES TIPO HELICOIDAL

C. D. U. 621.61 / 63

Uma nova concepção técnica permitiu a uma Sociedade Francesa colocar no mercado um ventilador de diâmetro médio, tipo UNIAX, cujo núcleo e pás são coladas sob pressão, o que lhe confere boas qualidades e uma grande variedade de emprego.



A roda helicoidal pode ser incorporada entre outros compressores, motores Diesel, máquinas, ferramentas, etc.

Construída a partir de um núcleo de concepção original, apresenta vários tipos de combinações:

— diâmetro: 50, 60, 70 e 84 cm
— pás: 3 a 12 adaptações
— angulos: reguláveis.

É possível obter com os ventiladores helicoidais não sòmente débitos importantes (podendo atingir 6×10^4 m^3/h) mas também pressões muito elevadas podem chegar a 200 mm de pressão, razão pela qual substituem os ventiladores centrífugos mais caros e mais difíceis de colocar.

(Serviços de Imprensa da Embaixada de França)

MODULÓMETRO ELECTRÓNICO

C. D. U. 539.32 : 621.38

Trata-se dum aparelho concebido por uma firma francesa, para permitir ensaios de tracção de provetes de materiais elásticos e plásticos.

O escantilhão (anel de halter) está colocado entre os dois porta-provetes. Um deles é fixo, o outro é arrastado em translacção e está ligado a um dispositivo dinamómetro. Este tem uma lâmina flexível e um dispositivo de medida eléctrico, cujas indicações são transmitidas, sem inércia, por intermédio dum amplificador electrónico, a um micro amperímetro de escala luminosa, que indica a carga em decanewtons.

Características principais:

— velocidade de tracção entre 10 a 45 cm/mn.

— força máxima admissível — 2×10^3 N

— possibilidade de adaptação dum dispositivo de registo de módulos de elasticidade.

(Serviços de Imprensa da Embaixada de França)

Resumo dos artigos publicados na Técnica n.º 384

Ano XLIV — Janeiro 1969

DELGADO DOMINGOS — C. D. U. 378.1 378.962 (429)

Evolução e tendências do ensino de engenharia (evolução da Engenharia Mecânica em Portugal)

Técnica No. 384 — XLIV — 1. 1969, pág. 167-176

Depois de se evidenciar o crescimento da taxa de evolução científica e tecnológica mostra-se a sua influência nas funções tradicionais dos Engenheiros, as suas alterações e os novos domínios de actuação que se lhes abrem. Acentua-se a importância da sua actividade interdisciplinar e do trabalho em «équipe».
Encara-se, seguidamente, a evolução da Engenharia Mecânica em Portugal a qual se considera estreitamente ligada à evolução da própria indústria. Analisam-se sumáriamente as condições actuais do ensino e sugerem-se modificações no âmbito de uma reforma.

LUIS MALTEZ — C. D. U. 517.11

Os sistemas no fluxo de informação

Técnica No. 384 — XLIV — 1. 1969, pág. 177-184.

Com base nas noções introduzidas pelo autor nos artigos «Introdução ao estudo dos sistemas» e «Trajectória dum sistema», já publicados na Técnica, discute-se o tipo de correspondências definidoras do comportamento dum sistema, o que permite caracterizar os regimes livre e forçado. Finalmente, definem-se os sistemas em regime forçado como operadores no fluxo de informação e introduz-se a noção de perturbação

MARIA TAVARES CRAVO — C. D. U. 666.3 ; 54

Actualização dos métodos de análise química de argilas

Técnica No. 384 — XLIV — 1. 1969, pág. 185-200.

Estabelece-se o paralelo entre a análise de argilas pelos processos clássicos e um esquema de análise em que se adoptam métodos complexométricos e absorciométricos e comparam-se os resultados obtidos nos dois casos, concluindo-se que, no segundo, se consegue, aliada a uma maior rapidez, uma boa precisão.

MEXIA HEITOR — C. D. U. 539.4 : 666.982 + 083

Segurança em relação à deformação de vigas e lajes de betão armado. Tabelas de cálculo

Técnica No. 384 — XLIV — 1. 1969, pág. 201-212.

Apresentam-se tabelas que facilitam a verificação da segurança em relação à deformação, de acordo com o Regulamento de Estruturas de Betão Armado, para os casos mais correntes de vigas e lajes submetidas a cargas uniformemente distribuídas.

AMILCAR DE MELO — C. D. U. 691.328.2

Tópicos sobre betão pré-esforçado

Técnica No. 384 — XLIV — 1. 1969, pág. 213-221.

O betão pré-esforçado apareceu na Suiça devido à falta de aço durante a última guerra e tem um método de cálculo com um carácter inteiramente diferente, se o compararmos com o betão armado corrente.
Os elementos matemáticos e de estabilidade, para o seu cálculo, encontram-se em livros da especialidade, mas, tão misturados com outras especificações dispensáveis para uma iniciação neste assunto, que a assimilação dos conhecimentos para projectar este tipo de material, se torna bastante difícil para os que nele pretendem iniciar-se.
Um conhecimento básico esquemático para aqueles que desejam dar os primeiros passos na técnica de projectar vigas feitas com este tipo de betão, é apresentado neste artigo, pelo autor, que apresenta também uma tabela de dimensões mais apropriada para vigas, para uma série de momentos flectores.

Synopsis of articles published in «Técnica» nº 384

XLIV — January 1969

Mexia Heitor U. D. C. 539.4 : 666.982 + 083

Security factor to the deformability of concrete slabs and beams. Calculation tables

Técnica No. 384 — XLIV — 1. 1969, pp. 201-212.

Some tables to testify the security factor to the deformability for the more general cases of slabs and beams under uniformly distributed load are worked out, according to the Portuguese Code of Reinforcing Concrete (REBA 67).

Delgado Domingos U. D. C. 378.1 378.962 (429)

Evolution and tendencies of engineering teaching

Técnica No. 384 — XLIV — 1. 1969, pp. 167-176.

After the rate growth of the scientific and technological evolution have been put in evidence, its influence on the Engineers traditional functions is shown. The alterations on these functions and the new domains of action opened to them are also shown. The importance of their interdisciplinary activity and of work in «équipe» is stressed. Then, the evolution of Mechanical Engineering in Portugal is presented. This evolution is considered closely concerne with that of industry itself. The actual conditions of teaching are briefly examined and modifications in the ambit of a reforme are suggested.

Amilcar de Melo U. D. C. 691.328.2

Topics about prestressed concrete

Técnica No. 384 — XLIV — 1. 1969, pp. 213-221.

Prestressed concrete has had its begining in Switzerland by rarity of iron during the last war and has a method of calcul with an entirely different character if we compare it with normal reinforced concrete.
The mathematic and stabilistic equipment in the background of its calculation is found in books of speciality but so entangled with other dispensable specifications to the first understanding of this matter, that makes to the non initiated quite difficult assimilate its knowledge, to project this type of material.
A summary of basic knowledge to whom wish to give his first steps in design beams made with this type of concrete, is presented in this paper by the A, and a table of dimensions more suitable to beams for a series of bending moments.

Luis Maltez U. D. C. 517.11

Systems in the flow of information

Tecnica No. 384 — XLIV — 1. 1969, pp. 177-184.

As a development of the previous papers «Introdução ao estudo dos sistemas» and «Trajectória dum sistema», both published in «Técnica» the author discusses the type of the correspondences which define the behaviour of a system. This leads to the distinction between free and forced systems. At last, forced systems are defined as operators in the flow of information, and the notion of disturbance is introduced.

Maria Tavares Cravo U. D. C. 666.3.54

Actualisation of chemical clay analysis methods

Técnica No. 384 — XLIV — 1. 1969, pp. 185-200.

The author parallels classical methods of clay analysis with a procedure combining complexiometric and absorptiomectric methods, and compares the results obtained in one and the other case, concluding that the second technique is fairly accurate in addition to being quicker.

BIBLIOGRAFIA

Classificadores responsáveis: Boto Pimentel, Emilio Cruces, Ramos Correia, Todo Bom e Vladimiro de Oliveira.

Serão criticadas as obras cujo assunto esteja no âmbito da «Técnica» e de que nos sejam enviados dois exemplares.

As revistas recebidas na Redacção, de que se publica uma selecção de fichas de artigos ordenadas pela Classificação Decimal Universal, podem ser consultadas na Biblioteca da A.E.I.S.T.

ARTIGOS DE REVISTAS

C. D. U. 378.2

A Educação Permanente — *Eng. Manuel Rocha*
Binario 12-968, vol. 123, pág 318.

Trata-se da Oração de Sapiência proferida na cerimónia de concessão do grau de doutor «honoris causa» pela Universidade Federal do Rio de Janeiro, ao autor: «O problema do aperfeiçoamento do homem é, na actualidade, sobretudo um problema de transmissão de saber, pois existe um abismo entre o imenso património de sabedoria de toda a natureza, de que são depositários alguns indivíduos, e a sua apropriação pelas massas».

Considerando que «a transmissão do saber é tarefa prioritária, relativamente à aquisição de novos conhecimentos», o autor conclui ser urgente instituir a educação permanente, isto é, a educação sistemática, ao longo de toda a vida do indivíduo.

C. D. U. 535.71:681.32

Appareils numériques à haut pouvoir de résolution pour la mesure des longueurs — *Glanstschnig Fritz.*
Rev. Brown Boveri, t. 54 (1967), n.º 4, págs. 172 a 179.

O autor descreve dois aparelhos construidos com base nos circuitos integrados e, concebidos essencialmente para esta aplicação.

C. D. U. 539.4:691.32

Resistencia del Hormigón en estructuras terminadas — *J. M. Tobio.*
Informes de la Construcción 8-9-968 vol. 203 pág. 57.

De um ponto de vista eminentemente prático, aborda-se o problema da verdadeira resistência do betão terminado, com certas indicações a respeito de segurança e dispersões. Citam-se e comentam-se alguns métodos de ensaio para a aplicação em obra e enumeram-se com bastante detalhe, as precauções a tomar para que uma auscultação não destrutiva, responda fielmente ao estado resistente actual do betão.

C. D. U 541.1.081

The ion product constant of water — *H. Lawrence Clever.*
Journal of Chemical Education, Abril 1968 vol. 45, n.º 4, págs. 231-235.

Neste artigo expõe-se vários métodos para a determinação do produto iónico da água. Apresenta-se seguidamente uma tabela de valores deste produto iónico a várias temperaturas determinado pelos diversos métodos. Discute-se finalmente a temperatura de ionização máxima de alguns ácidos em água.

C. D. U. 541.12:546.31

Exchange reaction of oxygen with oxides-computer determination of the exchange rates — *Muzikantov, Jiru, Klier e Novakova.*
Collection of Czechoslovak Chemichal Communications, Março 1968, vol. 33, pág 829, Tomo 3.

Neste artigo tratam-se reacções de troca de oxigénio com óxidos V_2O_5, WO_3 e MgO; sugere-se a medição da dependência do tempo com a concentração de $^{18}O\,^{16}O$, $^{18}O\,^{18}O$ e $^{16}O\,^{16}O$. As velocidades com que as moléculas de O_2 trocam os seus átomos com os óxidos por mecanismos estatísticos diferentes foram determinados por um método de optimização usando o processamento de dados experimentais por computadores.

C. D. U. 541.141.7

Molecular Symmetry and Optical Inactivity — *José L. Carlos, Jr.*
Journal of Chemical Education, Abril 1968, vol. 45, n.º 4, Págs. 248-251.

Discussão de um critério para a inactividade óptica que é suficiente e fàcilmente aplicável, apresentando se uma prova matemática da sua suficiência.

BETÃO PRONTO
LIZ

BETÃO FORNECIDO NO LOCAL DA OBRA,

COM A COMPOSIÇÃO REQUERIDA E NA

HORA EXACTA EM QUE FOR PEDIDO

Um produto das Centrais de Betão

da

Empreza de Cimentos de Leiria

1.ª Central—LISBOA—Tel. 31 30 31/32

2.ª Central—LISBOA—Tel. 31 30 31/32

3.ª Central—PORTO—Tel. 95 13 23/24

novidades rotring

O rebitógrafo rotring

é o primeiro que trabalha com ponteiras de tinta-da-china. A construção particularmente feliz do porta-ponteiras permite uma distribuição equilibrada do peso de ambos os lados do eixo de rotação, facultando assim à ponta que desenha um movimento regular e suave em torno do centro de gravidade. O círculo mais pequeno que se pode fazer tem 0,7 mm de diâmetro exterior. Ref. 1606

Jogo combinado VARIANT/compasso para técnicos, em estojo de metal revestido. Ref. 1199

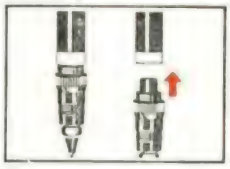
lapiseira de desenho rotring

Mais um produto da técnica avançada rOtring, com freio regulável, pinça de precisão de 4 garras e centro de gravidade situado na ponta. Ref. 1305

enchimento extra-rápido com cartuchos rotring de tinta-da-china

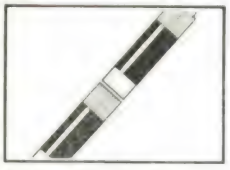
Cómoda, segura e rápida é a manipulação dos novos cartuchos rOtring, que servem nos sistemas rOtring VARIANT e VARIOSCRIPT Pode escolher entre 6 cores diferentes de tinta-da-china rOtring

Os cartuchos rOtring transformam imediatamente os sistemas rOtring de tinta-da-china numa caneta de cartucho.



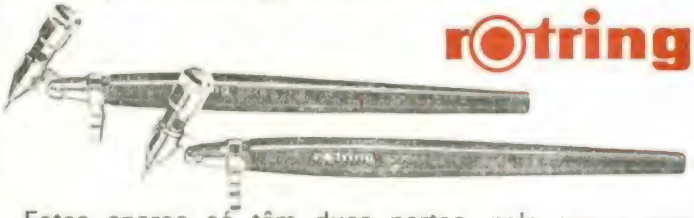
Tirar o deposito da parte dianteira, introduzir o cartucho até à rosca (há uma leve resistência)

Enroscar a ponteira no cabo - é tudo!



Pode colocar um segundo cartucho como reserva, encaixa no primeiro e há espaço suficiente no cabo

aparos para escantilhões rotring



Estes aparos só têm duas partes, pelo que a sua manutenção é mais simples. Inclinação sempre adequada. O orifício de enchimento, e/ou de respiração, nunca fica tapado. Um apoio prático permite pousar o aparo nos intervalos do trabalho. Para letras com alturas de 1,4 - 20 mm.

À venda nas casas da especialidade.

C. D. U. 541.51 : 541.27

Bond energies in the interpretation of descriptive chemistry — *Reeda Howald.*

Journal of Chemical Education, Março 968, vol. 45, pág 163/172, Tomo 3.

Considerações sobre radicais livres e energias de dissociação de ligações, ligações Pi, covalência dos compostos de coordenação, metais de baixa electronegatividade, elementos de elevada electronegatividade, óxidos, enxofre, bismuto, azoto e cloro.

C. D. U. 541.61 : 539.2

Structural Chemistry in the Nuclear AGE — *Walter C. Hamilton.*

Journal of Chemical Education, Maio 1968, vol. 45, págs. 296/303, Tomo 5.

Breves notas sobre o impacto da instrumentação na química estrutural, estudos sobre a difracção de neutrões, magnetismo, estudos de luz em átomos leves, parâmetros térmicos e densidade electrónica, estruturas biológicas, estrutura de líquidos e choque inelástico de partículas atómicas.

C. D. U. 545.2 : 621.74

Método volumétrico para determinação do silício — *D. Gomes da Costa.*

Fundição — Revista A. P. F. n.º 29, 968, pág. 9.

O método baseia-se na separação do silício na forma de $Si F_6 K_2$ e titulação deste sal com hidróxido de sódio. Relativamente às ligas Fe Si e Fe Si Mn, o método é incomparàvelmente mais rápido que o método tradicional de insolubilização da sílica, obtendo-se uma precisão igual ou mesmo maior. Relativamento às gusas, o método é também rigoroso e expedito, com a vantagem de apenas requerer material de laboratório elementar.

C. D. U. 545.3 : 545.22

Coulometric titration of cyclohexene with bromine — *Dennis H. Evans.*

Journal of Chemical Education, 2-968, vol. 45, n.º 2, pág. 88-90.

Trata-se de uma titulação coulométrica a corrente constante. Este é um exemplo de uma titulação deste tipo com interesse industrial, na determinação de traços de insaturação nos produtos do petróleo.

C. D. U. 550.8 : 526.8 : 551.495 (673.5)

Ocorrência de águas subterrâneas na região de Catuitui (Angola) — *Heitor de Carvalho* e *Manuel Nunes de Sousa.*

Boletim do Serv. de Geologia e Minas de Angola, 7-12-967, vol. 16, pág. 5.

Os autores começam por fazer uma descrição das condições climáticas existentes na região de Catuitui, situada na área do Posto Experimental do Caraculo (Moçâmedes). Referem-se à geologia do local e constituição química das águas e tecem considerações acerca da sua utilização em irrigação.

Tentam relacionar os factores de ordem geológica e geofísica que interferiram na localização das sondagens mecânicas e explicam os grandes caudais obtidos.

C. D. U. 551.49 (673.3)

Contribuição para o Estudo da Hidrogeologia do Vale do Cavaco — *José Manuel da Motta Marques.*

Boletim do Serv. de Geol. e Minas de Angola, 7-12-67 vol. 16 pág. 5.

Trata-se de uma comunicação apresentada ao Congresso da Associação Internacional dos Hidrogeólogos em Instambul.

O autor descreve, resumidamente, a geologia do vale aluvionar do rio Cavaco, apresenta as características do arquífero nele instalado e tece algumas considerações acerca da aptidão, para a rega, das águas subterrâneas, concluindo pelas causas prováveis de salinização progressiva dos solos e das águas subterrâneas em exploração.

C. D. U. 553.661.2 : (469.412 Lousal)
622.366.12 : (469.412 Lousal)

As Minas do Lousal — *Artur Henrique Alegria Ferreira da Silva.*

Boletim de Minas 7-8-968 vol. 5 pág. 161.

O autor propõe-se dar uma ideia geral sobre os principais acontecimentos relacionados com estas minas, desde os primeiros tempos da sua exploração; começando pela sua localização e breve notícia sobre a história e estudo do jazigo, prossegue fazendo uma descrição rápida do novo método de lavra e salientando o incremento que se tornou possível dar à acção social.

C. D. U. 621.300.25 : 621.039 (494)

La centrale atomique Mühleberg (300 MW) des Forces Motrices Bernoises — *Auer Werner Paul.*

Rev. Brown Boveri, t. 54 (1967), n.º 2/3, p. 51 à 68.

O presente artigo descreve a concepção, as características principais e as mais importantes da central atómica de Mühleberg.

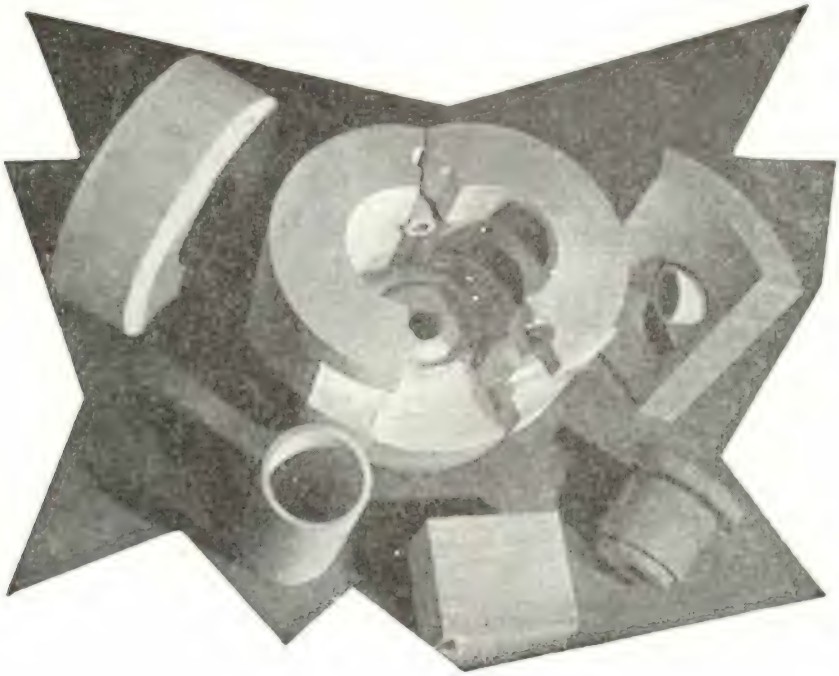
C. D. U. 621.311.21 : 628.83/4 (469.2)

Algumas notas sobre a climatização das centrais subterrâneas — *M. Paredes.*

Electricidade, 11-12-968, pág. 383-388, Tomo 56.

a técnica moderna emprega

BETÕES REFRACTÁRIOS



à base dos cimentos

FONDU LAFARGE

e

SECAR 250

porque são

práticos
eficientes
económicos

REFRACTÁRIOS ATE 1800° C
REFRACTÁRIOS ISOLANTES ATÉ 1700° C

Os nossos serviços técnicos, especializados, estão à vossa inteira disposição para estudar, sem qualquer encargo da vossa parte, a adaptação dos BETÕES REFRACTÁRIOS a todos os vossos problemas

AGUIAR & MELLO, L.DA

P. do Município, 13-1.º — LISBOA — Tel. 32 11 51/2

Depois de ajustar as características do problema do condicionamento de ar das centrais subterrâneas, o autor descreve abreviadamente as instalações de climatização de Tabuaço (Távora) e de Miranda (Douro Internacional).

Refere as temperaturas e humidades consideradas, as quantidades de calor em jogo e o esquema de regulação e comando do sistema de climatização.

Finalmente apresenta alguns dos cálculos efectuados.

C. D. U. 621.313.13.027.3 : 621.313.322

Isolation des moteurs à haute tension et commutation de réseaux dans les centrales à vapeur — *Zawrzel Erich.*

Rev. Brown Boveri, t. 54 (1967), n.º 2/3, p. 76 à 82.

O autor descreve em primeiro lugar o sistema «Micadur-Compact», novo isolamento para enrolamentos de excitação estáticas de motores para alta tensão, e em seguida o comparador de fases para a comutação instantânea.

C. D. U. 621.313.322-81 : 621.3.013.8

L'excitation par redresseurs des turbo-alternateurs de grande puissance — *Panis Louis Martin et Pröll Erich*

Rev. Brown Boveri, t. 54 (1967), n.º 2/3, p. 69 a 75.

Os autores tratam do problema da alimentação do sistema de excitação estática a partir dos bornes do alternador. Verificam que os inconvenientes desta solução no caso de curto-circuitos são muito menores que os esperados «a priori». Dão por fim uma breve noção da estabilidade estática dum turbo-alternador excitado por rectificadores.

C. D. U. 621.317.39 : 621.187.11

Un nouveau dispositif de mesure industriel pour le contrôle de l'oxygène dans l'eau d' alimentation de chaudières — *Lück, W.*

Rev. Siemens 26 (1968) n.º 4, pages 120 à 126.

Trata-se de um dispositivo robusto e muito sensível, que permite controlar o teor de oxigénio dissolvido e localizar qualquer fuga e, cujo princípio básico é o da condutividade da água como medida do teor em oxigénio.

C. D. U. 621.372.5

Estudio del Quadripolo — *José Fernandez Benlloch.*

Anales de Mecanica y Electricidad, 1-2-68, vol. 45, págs. 37-44, 3-4-68, vol. 45, págs. 113-120.

O presente artigo é um breve resumo da teoria dos quadrípolos. Começa por definir o quadrípolo linear, mais geral, e as equações que o regem. Seguidamente explicam-se as formas de ligação dos quadrípolos entre si e o modo de expressar esta ligação matemàticamente.

Em continuação estuda-se o significado físico dos parâmetros definidores dos quadrípolos e as condições a que devem obedecer para que seja aplicável o teorema da reciprocidade.

C. D. U. 621.38.049

Une nouvelle classe d'appareils de la technique électronique Brown Boveri avêc les circuits intègrés — *Marolf René et Kielgas Hans.*

Rev. Brown Boveri, t. 54 (1967), nº 4, p. 143 à 155.

Os autores descrevem as características especiais e outras particularidades da nova gama.

C. D. U. 621.56/59

Normalización en la industria del frio — *Carlos Villegas y Gabriel Pico-Avello.*

Dyna, 9-68, Ano 43, págs. 433-437, tomo 9.

O objectivo fundamental desta normalização é o de fazer desaparecer a confusão, que existe no mercado do ar condicionado, devido a nem todos os fabricantes referirem as potências frigoríficas, nas mesmas condições de trabalho.

C. D. U. 621.743

Alguns aspectos da mecanização da secção de machos — *E. Parkes e C. W. Harris.*

Fundição — Revista A. P. F., n.º 30, 1968, pág. 9.

Os últimos anos mostraram-nos uma actividade intensa no desenvolvimento do fabrico de machos, quer química quer mecânicamente.

Damos uma vista geral dos vários processos, bem como uma breve descrição dos meios pelos quais poderão ser mecanizados.

— Discussão detalhada da prepação da areia.
— Exemplos típicos de diagramas de secções modernas de fabrico de machos.
— Devido à premente necessidade de reaproveitamento de areias usadas, descrevemos métodos aplicáveis a fundições pequenas.

C. D. U. 621.745.35 : 621.745.56

Balanços económicos da fusão de ferro fundido—*L. Hallot*

Fundição — Revista A. P. F., n.º 30, 1968, pág. 27.

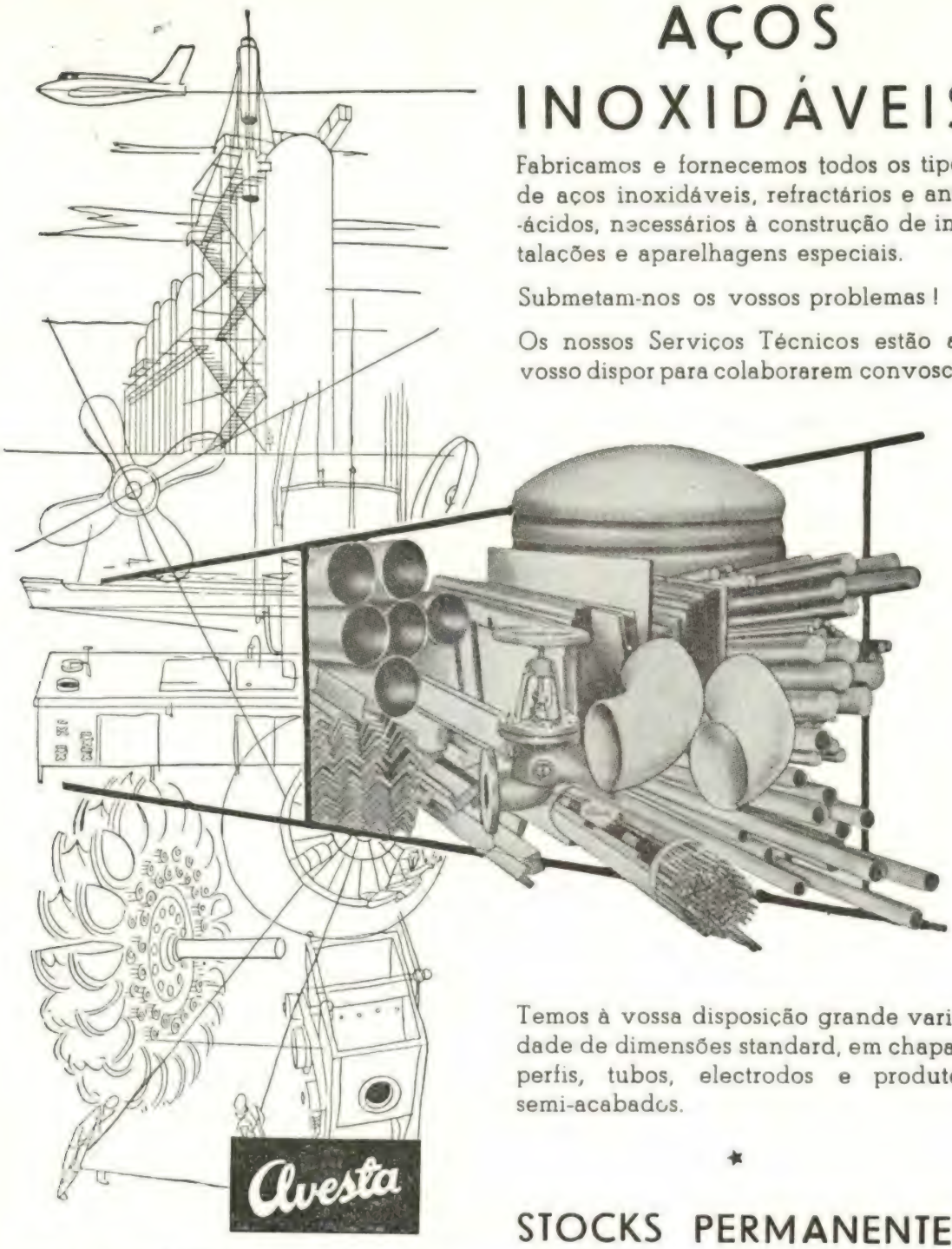
O autor apresenta as vantagens técnicas, metalúrgicas e económicas da fusão eléctrica, em especial no referente à utilização de fornos de indução para a produção de ferros nodulares e maleáveis.

AÇOS INOXIDÁVEIS

Fabricamos e fornecemos todos os tipos de aços inoxidáveis, refractários e anti-ácidos, necessários à construção de instalações e aparelhagens especiais.

Submetam-nos os vossos problemas!

Os nossos Serviços Técnicos estão ao vosso dispor para colaborarem convosco.



Temos à vossa disposição grande variedade de dimensões standard, em chapas, perfis, tubos, electrodos e produtos semi-acabados.

★

STOCKS PERMANENTES

AVESTA JERNVERKS AKTIEBOLAG
AVESTA — SUÉCIA

Representantes Exclusivos para Portugal e Ultramar:

A. JOHNSON & Co (PORTUGAL), L.DA

SEDE EM LISBOA:
Praça José Fontana, 11-1.º
Telef. 537015-537016-537017-537018

FILIAL NO PORTO:
R. Dr. António Granjo, 160/168
Telef. 54666

C. D. U. 627.82.058
624.131.25 : 627.82

Apreciação do comportamento de uma grande barragem durante sua primeira carga — *M. Rocha, O. Rodrigues e C. Florentino.*

Electricidade, 5-6-68, pág. 157, tomo 53.

O presente artigo descreve muito resumidamente, o sistema de observação montado na abóbada assim como alguns dos resultados com mais interesse obtidos durante o primeiro enchimento da albufeira, os quais permitiram julgar a segurança da barragem.

C. D. U. 629.138.5

Correccion de la inclinácion de cadenas de suspensión en líneas eléctricas aéreas — *Gustavo Subirats Rodriguez.*

Dyna, 11-68, Ano 43, págs. 527-534, tomo 11.

O autor resume diversos métodos de cálculo e em apêndice apresenta os resultados práticos obtidos na correcção da linha de 220 Kv, San Clemente Rubí.

C. D. U. 658

Planificacion de sistemas de producción — *José Maria Ariceta.*

Dyna, Ano 43, págs. 465-480, tomo 10.

O autor neste artigo analisa as seguintes variantes do problema:

— Procura do mercado e características particulares.
— Características dos produtos.
— Integração da produção.
— Nível tecnológico.
— Características do pessoal e benefícios.
— Limitações financeiras.

C. D. U. 66.094.3 : 665.54

Reaction mechanism of oil gasification and its industrial application in the Shell gasification process — *L. W. teer Haar.*

Industrie Chimique Belge, Julho-Agosto 1968, nº 7-8, págs. 655-667, tomo 33.

O artigo faz uma apreciação dos diferentes processos utilizados na indústria para gaseificar os óleos.

Os aspectos termodinâmicos e cinéficos da gaseificação dos óleos são estudados com um interesse particular pelo processo da oxidação parcial.

C. D. U. 666.97.03

Características físico-químicas dos aditivos plastificantes e retardadores de presa para argamassas e betões e seu emprego na construção — *Carlos Safranez.*

Revista de Obras Públicas, XI-68, vol. 3043, pág. 831.

Explicam-se as propriedades dos aditivos plastificantes e retardadores de presa, e o modo de actuar, dedicando especial atenção aos retardadores de presa. Expõem-se os efeitos no betão fresco, isto é, a dispersão das partículas do cimento, o aumento da fluidificação com a correspondente redução da relação água-cimento, a plastificação, o retardamento de presa com o aumento do tempo de trabalhabilidade do betão. De acordo com os resultados expostos, conclui-se que o betão obtido com a inclusão destes aditivos, é mais homogéneo, resistente e de melhor qualidade.

C. D. U. 669.13

Ensayos realizados hasta elevadas temperaturas com diez arenes de moldeo y resultados obtenidos — *Emiliano F. de Pinedo e Izarra.*

Dyna, XII-68, pág. 553.

C. D. U. 669.131 : 621.74

O ferro fundido com grafite esferoidal (concl.) — *H. Mühlberg e H. Träger.*

Fundição — Revista A. P. F., n.º 29, 1968, pág. 17.

O texto é a conclusão da tradução abreviada cuja publicação se havia encetado na edição n.º 28.

Tratam-se particularmente as características mecânicas e as aplicações dos ferros nodulares.

C. D. U. 69.059 : 549.6

Endurecimiento y proteccion anticorrosiva de las construciones y elementos de las mismas en que interviene el cemento — *Pablo Verdú Cerdá.*

Dyna, XII-68, pág. 547.

Ao projectar uma construção, o técnico projectista atende profundamentalmente à sua estrutura funcional, detalhe das estruturas, condições e qualidade dos diferentes materiais que a integram, não referindo as prescrições a adoptar com vista à conservação da obra e o que deve fazer-se para evitar a sua destruição pelos agentes naturais e o desgaste do próprio serviço.

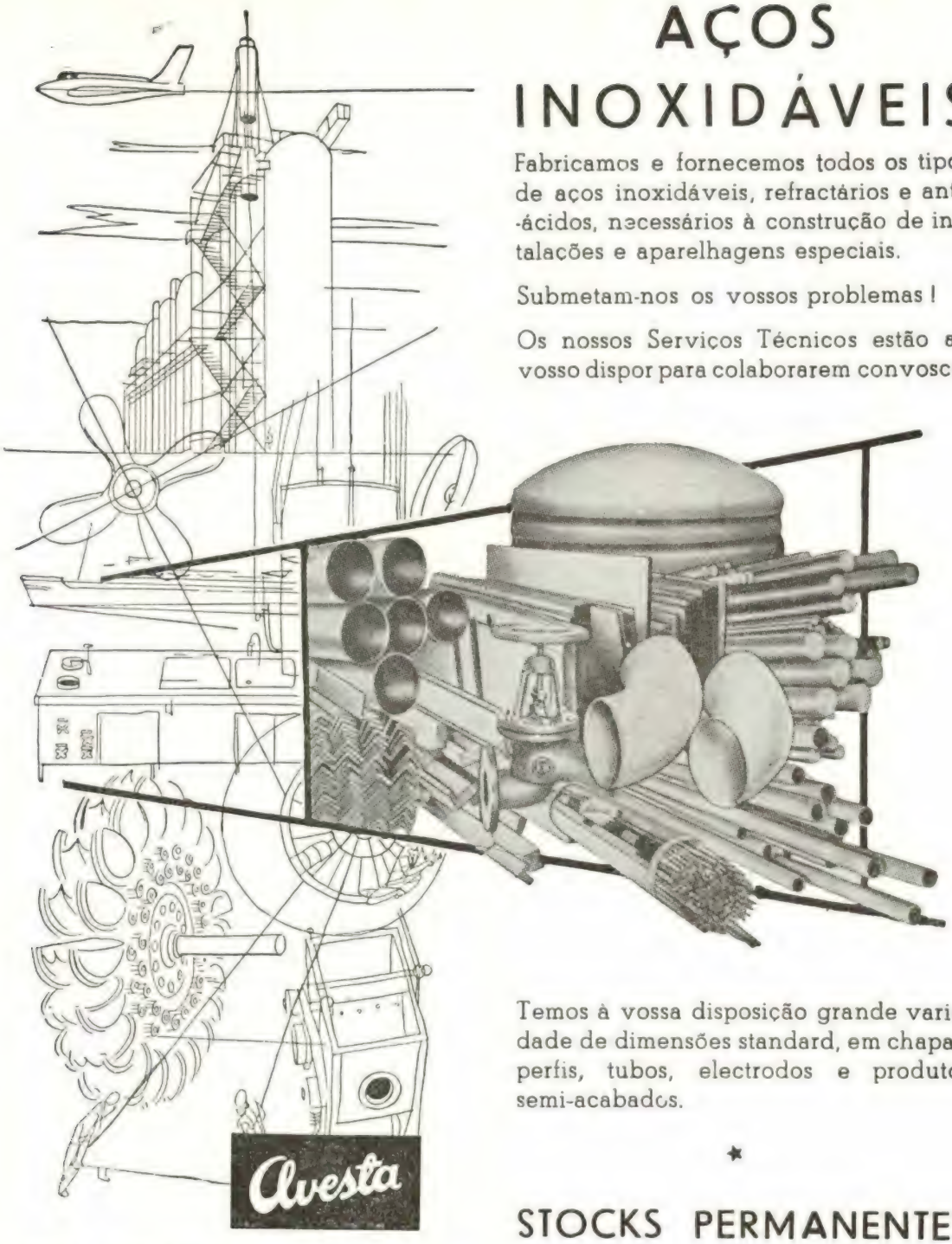
Dado que este aspecto é da maior importância económica, apresentam-se neste artigo, tratamentos simples e económicos que atenuam os efeitos da corrosão e do desgaste mecânico.

AÇOS INOXIDÁVEIS

Fabricamos e fornecemos todos os tipos de aços inoxidáveis, refractários e anti-ácidos, necessários à construção de instalações e aparelhagens especiais.

Submetam-nos os vossos problemas!

Os nossos Serviços Técnicos estão ao vosso dispor para colaborarem convosco.



Temos à vossa disposição grande variedade de dimensões standard, em chapas, perfis, tubos, electrodos e produtos semi-acabados.

★

STOCKS PERMANENTES

AVESTA JERNVERKS AKTIEBOLAG
AVESTA — SUÉCIA

Representantes Exclusivos para Portugal e Ultramar:

A. JOHNSON & Co (PORTUGAL), L.DA

SEDE EM LISBOA:
Praça José Fontana, 11-1.º
Telef. 537015-537016-537017-537018

FILIAL NO PORTO:
R. Dr. António Granjo, 160/168
Telef. 54666

C. D. U. 627.82.058
624.131.25 : 627.82

Apreciação do comportamento de uma grande barragem durante sua primeira carga — *M. Rocha, O. Rodrigues* e *C. Florentino.*

Electricidade, 5-6-68, pág. 157, tomo 53.

O presente artigo descreve muito resumidamente, o sistema de observação montado na abóbada assim como alguns dos resultados com mais interesse obtidos durante o primeiro enchimento da albufeira, os quais permitiram julgar a segurança da barragem.

C. D. U. 629.138.5

Correccion de la inclinácion de cadenas de suspensión en líneas eléctricas aéreas — *Gustavo Subirats Rodriguez.*

Dyna, 11-68, Ano 43, págs. 527-534, tomo 11.

O autor resume diversos métodos de cálculo e em apêndice apresenta os resultados práticos obtidos na correcção da linha de 220 Kv, San Clemente Rubí.

C. D. U. 658

Planificacion de sistemas de producción — *José Maria Ariceta.*

Dyna, Ano 43, págs. 465-480, tomo 10.

O autor neste artigo analisa as seguintes variantes do problema:

— Procura do mercado e características particulares.
— Características dos produtos.
— Integração da produção.
— Nível tecnológico.
— Características do pessoal e benefícios.
— Limitações financeiras.

C. D. U. 66.094.3 : 665.54

Reaction mechanism of oil gasification and its industrial application in the Shell gasification process — *L. W. teer Haar.*

Industrie Chimique Belge, Julho-Agosto 1968, nº 7-8, págs. 655-667, tomo 33.

O artigo faz uma apreciação dos diferentes processos utilizados na indústria para gaseificar os óleos.

Os aspectos termodinâmicos e cinéficos da gaseificação dos óleos são estudados com um interesse particular pelo processo da oxidação parcial.

C. D. U. 666.97.03

Características físico-químicas dos aditivos plastificantes e retardadores de presa para argamassas e betões e seu emprego na construção — *Carlos Safranez.*

Revista de Obras Públicas, XI-68, vol. 3043, pág. 831.

Explicam-se as propriedades dos aditivos plastificantes e retardadores de presa, e o modo de actuar, dedicando especial atenção aos retardadores de presa. Expõem-se os efeitos no betão fresco, isto é, a dispersão das partículas do cimento, o aumento da fluidificação com a correspondente redução da relação água-cimento, a plastificação, o retardamento de presa com o aumento do tempo de trabalhabilidade do betão. De acordo com os resultados expostos, conclui-se que o betão obtido com a inclusão destes aditivos, é mais homogéneo, resistente e de melhor qualidade.

C. D. U. 669.13

Ensayos realizados hasta elevadas temperaturas com diez arenes de moldeo y resultados obtenidos — *Emiliano F. de Pinedo e Izarra.*

Dyna, XII-68, pág. 553.

C. D. U. 669.131 : 621.74

O ferro fundido com grafite esferoidal (concl.) — *H. Mühlberg e H. Träger.*

Fundição — Revista A. P. F., n.º 29, 1968, pág. 17.

O texto é a conclusão da tradução abreviada cuja publicação se havia encetado na edição n.º 28.

Tratam-se particularmente as características mecânicas e as aplicações dos ferros nodulares.

C. D. U. 69.059 : 549.6

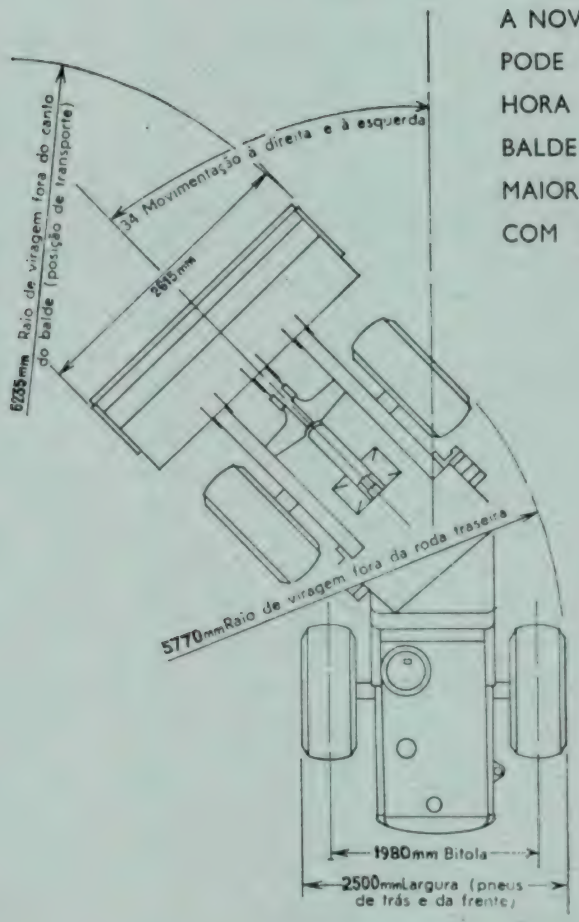
Endurecimiento y proteccion anticorrosiva de las construciones y elementos de las mismas en que interviene el cemento — *Pablo Verdú Cerdá.*

Dyna, XII-68, pág. 547.

Ao projectar uma construção, o tecnico projectista atende profundamentalmente à sua estrutura funcional, detalhe das estruturas, condições e qualidade dos diferentes materiais que a integram, não referindo as prescrições a adoptar com vista à conservação da obra e o que deve fazer-se para evitar a sua destruição pelos agentes naturais e o desgaste do próprio serviço.

Dado que este aspecto é da maior importância económica, apresentam-se neste artigo, tratamentos simples e económicos que atenuam os efeitos da corrosão e do desgaste mecânico.

PAYLOADER H-65 C
ARTICULADA



A NOVA H-65 C, ARTICULADA, COM UM BALDE DE 2 300 LITROS PODE TRANSPORTAR 240 METROS CÚBICOS DE CARGA POR HORA ÚTIL NUMA ÁREA ONDE UMA MÁQUINA COM UM BALDE DE 1 200 LITROS NÃO SE PODERIA MOVIMENTAR — MAIOR RENDIMENTO EM MENOS QUILÓMETROS, UMA MÁQUINA COM GRANDE POTÊNCIA E CARACTERÍSTICAS IDEAIS PARA TRABALHOS EM ÁREAS LIMITADAS

INTERNATIONAL HARVESTER

Fassio, L.DA

20, RUA JARDIM DO REGEDOR, 32
LISBOA, 2 — Telefones 36 19 02/3/4

SOCIEDADE INDUSTRIAL METALURGICA

Responsabilidade Limitada

(REGISTADO)

■ ■ ■

SERRALHARIAS,

CALDEIRARIA,

FERRARIA,

FUNDIÇÕES

■ ■ ■

ESCRITÓRIO

Rua de S. Tiago, 13

LISBOA

Telefone 86 19 72

INA

CASQUILHOS DE AGULHAS INA, SEM E COM VEDANTE, NUM OU AMBOS OS LADOS

Diâmetros dos veios de 4 a 50 mm e de 1/4" a 1 3/4". Capacidades de carga dinâmica C de 150 a 3 960 Kg. Rolamentos de agulhas particularmente económicos a substituição ideal dos casquilhos de bronze.

Rolamentos de Agulhas Schaeffler, Lda.

Rua Sá da Bandeira, 790 - Porto - Telef.: 21157/8/9

Av. António Augusto de Aguiar, 148-D — Lisboa

Telefone 561489

OFICINAS E LABORATÓRIOS

DO

INSTITUTO SUPERIOR TECNICO

As oficinas pedagógicas do Instituto Superior Técnico, de CARPINTARIA DE MOLDE, de INSTRUMENTOS DE PRECISÃO e de ELECTROTÉCNICA, fornecem todo o género de material escolar e de demonstração para o ensino técnico. Nos laboratórios de QUÍMICA ANALÍTICA, FÍSICA INDUSTRIAL E DE MINERALOGIA executam-se análises para o público

LISTA CLASSIFICADA DE ANÚNCIOS

Neste número continua a «Técnica» a sua secção de publicidade — a *lista classificada de anúncios* — destinada a facilitar a procura por parte dos clientes.

Estas páginas amarelas ficam abertas aos nossos leitores, que nelas podem anunciar a sua firma e endereço, ao preço de 50$00 por número. Quanto aos nossos anunciantes, é com muito gosto que lhes concedemos grátis a inscrição na lista.

CONSTRUÇÃO CIVIL

CONSTRUTORES CIVIS

— **Construções Técnicas, Lda.**
P. do Município, 13-3.º — Tel. 36 65 06

— **Fundações Franki**
R. Braamcamp, 13-3.º — Lisboa — Tel. 73 41 12.

— **Soc. Const. Amadeu Gaudencio, Ld.ª**
R. Dr. Alexandre Braga, 4-A — Lisboa
Telef. 4 31 91 — 92 — 93.

— **Soc. de Pré-Fabricação e Obras Gerais Novobra**
Av. Estados Unidos da América, 100-5.º D — Telef. 77 48 32 / 76 64 46 — Lisboa 5

— **SOMAGUE**
R. Carlos Testa, 1 — Tel. 56 24 81 — Lisboa 1

ESCAVADORAS E TRACTORES

— **Guedes & Almeida**
Rua Aurea, 181-2.º— Tel. 32 78 45 — Lisboa 2

— **Fássio, Lda.**
Rua Jardim do Regedor, 32 — Lisboa
Telf. 36 19 02/3/4

— **S. T. E. T. — Soc. Técnica de Equipamentos e Tractores, Ld.ª**
Prior Velho — Sacavém — Tel. 2 51 00 01/4.

FUNDAÇÕES

— **Construções Técnicas, Lda.**
Pr. do Município, 13-3.º — Tel. 36 65 06;

— **Empresa de Sondagens e Fundações Teixeira Duarte, Ld.ª**
Av. da República, 42-8.º
— Telef. 77 70 86/7 e 77 12 65 — Lisboa

— **Empresa Ultramarina de Sondagens e Fundações**
R. S. Pedro de Alcantara, 1 — Tel. 32 46 93 e 21 32 56 — Lisboa — Luanda — Lourenço Marques — Beira.

— **Fundações Franki, Lda.**
R. Braamcamp, 13-3.º — Lisboa — Tel. 53 41 12.

— **Johann Keller**
R. dos Bem Lembrados - Cascais — Tel. 28 01 46

— **Sondagens e Fundações, A. Cavaco, Lda.**
R. Rodrigo da Fonseca, 62-r/c — Lisboa 1
Tel. 56 11 71/72/73.

— **Sondagens Ródio**
Rua de S. Bento, 644-3.º — Lisboa
Tel. 68 80 96/7/8

— **Sopecate**
R. do Arsenal, 146, 2.º — Lisboa.
Tel. 3 40 10 - 32 02 08

IMPERMEABILIZAÇÃO

— **Empresa de Produtos Asfálticos**
R. Filipe Folque, 10-1.º — Lisboa — Tel. 73 01 56.

INSTRUMENTOS DE PRECISÃO

— **Wild Portugal, Ld.ª**
Praça das Águas Livres, 8, s/l 6 — Lisboa 2 — Tel. 68 91 12.

ISOLAMENTO TÉRMICO E ACÚSTICO

— **Isola**
Av. António Augusto de Aguiar, 17-2.º e 3.º Lx.

— **SETH, Ld.ª**
R. Filipe Folque, 10-1.º — Lisboa — Tel. 73 01 56

SONDAGENS

— **Construções Técnicas, Lda.**
Pr. do Município, 13-3.º — Tel. 36 65 06

— **Empresa de Sondagens e Fundações Teixeira Duarte, Ld.ª**
Avenida da República, 42-8.º
Telef. 77 70 86/7 e 77 12 65 — Lisboa

— **Empresa Ultramarina de Sondagens e Fundações**
R. S. Pedro de Alcântara, 1 — Tel. 32 46 93 e 21 13 56 — Lisboa — Luanda — Lourenço Marques — Beira.

— **Fundações Franki, Lda.**
R. Braamcamp, 13-3.º — Lisboa — Tel. 53 41 12

— **Johann Keller**
R. dos Bem Lembrados - Cascais — Tel. 28 01 46

— **Sondagens e Fundações, A. Cavaco, Lda.**
R. Rodrigo da Fonseca, 62-r/c — Lisboa 1
Tel. 56 11 71/72/73.

— **Sondagens Ródio, Ld.ª**
Rua de S. Bento, 664-3.º — Lisboa
Tel. 68 80 96/7/8.

— **Sopecate**
R. do Arsenal, 146-2.º — Lisboa.
Tel. 3 40 10 — 32 02 08

CONSTRUÇÕES METALO-MECANICAS

CONSTRUTORES METALO-MECÂNICOS

— **Construções Metalo-mecânicas MAGUE Ld.ª** — Alverca

— **Sociedade Industrial Metalúrgica**
R. de S. Tiago, 1

EQUIPAMENTO ELECTRICO

— **AEG — Lusitana de Electricidade**
R. João Saraiva, 4-Tel. 71 11 71/71 40 01-Lisboa

— **ASEA**
Estrada do Prior Velho — Tel. 251 11 01
— Sacavém
R. do Campo Alegre, 144 —Porto —Tel. 62 106/9

— **Electrotécnicos Reunidos**
Avenida João XXI, 64 — Lisboa.

— **FRAPIL**
Cais de São Roque — Aveiro — Tel. 230 71

— **J. F. de Azevedo e Silva & C.ª, Ld.ª**
Rua S. Francisco Sales, 2, 1.º — Tel. 65 41 65
— Lisboa.

— **Jayme da Costa, Ld.ª**
R. dos Correeiros, 14 — Lisboa — Tel. 32 70 35
Praça da Batalha, 12 — Porto — Tel. 2 28 12.
Cx. Postal 5174 — Luanda — Tel. 47 43.

— **Philips Portuguesa**
R. Joaquim António de Aguiar, 66 Lisboa

— **Siemens — Companhia de Electricidade**
Avenida Almirante Reis, 65
Telef. 53 69 21/0 — Lisboa

— **Soc. de Elec. Brown Boveri**
R. Sá da Bandeira, 481-2.º — Tel. 2 34 11 — Porto

— **Sociedade Michäelis de Vasconcelos, Ld. — Oerlikon**
Av. Marquês de Tomar, 94 — Lisboa.
P. da Liberdade, 114 — Porto.

— **União Eléctrica Portuguesa**
R. Alexandre Herculano, 244 — Porto.
R. Rosa Araújo, 35 — Lisboa.

DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA

— **União Eléctrica Portuguesa**
R. Alexandre Herculano, 244 — Porto.
R. Rosa Araújo, 35 — Lisboa.

ELÉCTRODOS

— **Electro-Arco, Ld.ª**
R. Silva Carvalho. 220 — Lisboa — Tel. 68 36 49.
R. do Bolhão, 216 — Porto — Tel. 2 12 77.

INSTALAÇOES

— **ASEA**
Estrada do Prior Velho — Tel. 251 11 01
— Sacavém
R. do Campo Alegre, 144 —Porto —Tel. 62 106/9

— **Isolux, Lda.**
R. Gonçalves Crespo, 33, 3.º — Lisboa
R. de Sá da Bandeira, 551, 4.º — Porto.

— **J. F. de Azevedo e Silva & C.ª, Ld.ª**
Rua S. Francisco Sales, 2, 1.º — Tel. 65 41 65
— Lisboa.

— **J. Roma**
Praça da Figueira, 86/51/2/3 — Lx.

— **Jayme da Costa, Ld.ª**
R. dos Correeiros, 14 — Lisboa — Tel. 32 70 35.
Praça da Batalha, 12 — Porto — Tel. 2 28 12.
Cx. Postal 5174 — Luanda — Tel. 47 43.

— **Philips Portuguesa**
R. Joaquim António de Aguiar, 66 Lisboa

— **Siemens — Companhia de Electricidade**
Avenida Almirante Reis, 65
Telef. 65 41 65 — Lisboa.

— **Standard Electrica**
Av. da Índia — Tel. 63 81 71 — Lx.

ISOLAMENTOS

— **Empresa Electro-Cerâmica, S.A.R.L.**
L. Barão de Quintela.

SOLDADURAS

— **Electro Arco**
R. Silva Carvalho, 239 — Lisboa
R. do Bolhão, 216 — Porto

— **J. Roma**
Praça da Figueira, 86/51/2/3 — Lx.

TELECOMUNICAÇOES

— **A E G Lusitana de Electricidade**
R. João Saraiva, 4—Tel. 71 11 71/71 40 10-Lisboa.

— **Empresa Técnica de Equipamentos Eléctricos, S.A.R.L.**
R. Rodrigo da Fonseca, 110, r/c — Lisboa — Tel. 68 60 72.
R. Sá da Bandeira, 766-1.° E — Porto — Tel. 2 48 18

— **Standard Electrica**
Av. Índia — Tel. 63 81 71 — Lx.

EQUIPAMENTO INDUSTRIAL

— **Frapil**
Cais de São Roque - Aveiro — Tel. 230 71

— **DEMAG — Soc. Comercial Romar**
Trav. da Galé, 9 — Tel. 63 56 70 — Lisboa.
Santa Iria de Azoia

— **S. T. E. T.—Soc. Técnica de Equipamentos e Tratores, S. A. R. L.**
Prior Velho—Sacavem—Tel. 2510001/4

CORRENTES

— **Auto - Lusitania**
Av. da Liberdade, 73 - 79 — Lisboa.

— **Harker Sumner**
L. do Corpo Santo, 18
Tel. 32 48 23 — Lisboa.

— **INA — Rolamentos de Agulhas**
Schaeffler, Lda — R. Sá da Bandeira, 740 — Porto.
Tel· 2115 7/8/9.

INDÚSTRIAS QUÍMICAS

FELTROS

— **FANAFEL — Fábrica Nacional de Feltros Industriais**
Estrada de S. João — Ovar

TEXTEIS

— **FANAFEL — Fábrica Nacional de Feltros Industriais, Ld.ª**
Estrada de S. João — Ovar.

LIVROS TÉCNICOS

— **TÉCNICA**
Avenida Rovisco Pais — Lisboa
Tel. 77 54 49

MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO

AÇOS ESPECIAIS

— **A. Johnson & C.ª (Portugal), Ld.ª**
P. José Fontana, 11-1.° — Lisboa — Tel. 53 70 15/ /6/7/8.
R. Dr. António Granjo, 160/168-Porto-Tel. 5 46 69

— **Companhia Portuguesa de Trefilaria**
R. do Instituto Industrial, 18-1.°, Dt.° — Lisboa
Tel. 67 12 24/5.

— **Heliaço**
R. S. Julião, 41-4.° — Tel. 36 78 17 — Lisboa.

— **PRISMA**
R· D· Luis I, 20 Lisboa Tel. 67 01 76

BETÃO

— **Companhia Portuguesa de Trefilaria**
R. do Instituto Industrial, 18-1.°, Dt.° — Lisboa
Tel. 67 12 24/5.
Lisboa 1

— **Empresa Cimentos de Leiria!**
R. Braamcamp, 7 — Lisboa. — Tel. 5 91 61/66.

— **Heliaço**
R. S. Julião, 41-4.° — Tel. 36 78 17 — Lisboa.

— **PRISMA**
R. D. Luis I, 20 Lisboa. Tel. 67 01 76

— **Sociedade Portuguesa CAVAN**
R. de D. Estefânia, 94-A — Lisboa — Tel. 4 78 12 e 5 01 29.

CIMENTOS

— **AGUIAR E MELO, LDA.**
Praç. do Município, 13-1.° — Tel. 32 11 51/2 Lx

— **CIBRA — Cimentos Brancos**
Tv. do Corpo Santo, 15 — Lisboa — Tel. 32 04 64
R. do Bonjardim, 205 — Porto — Tel. 2 57 79.

— **Empresa de Cimentos de Leiria**

R. Braamcamp, 7 — Lisboa — Tel. 5 91 61/66.

— **Secil**

R. do Comércio, 156—Lisboa 2 —Tel. 32 82 01/2/3

MATERIAIS PRÉ ESFORÇADOS

— **CERVAL— Cerâmica de Vale de Lobos, Ld.ª**

Av. Joaquim António de Aguiar, 41-5.º D.
Tel. 53 11 38 — Lisboa.

— **Soc. de Pré-fabricação e Obras Gerais Novobra, Ld.ª**

Av. E. U. da América, 100-5.º-E.
Tel. 77 48 32/ 76 64 46 — Lisboa.

ARTIGOS DE ESCRITÓRIO E ESCOLAR

MATERIAL DE DESENHO

— **J. J. Silva & Irmão, Lda.**
Rua Silva Carvalho, 232-B — Lisboa
Tel. 65 27 50 / 68 06 71

— **Rotring —Representante Artur Westheimer** — Lisboa.

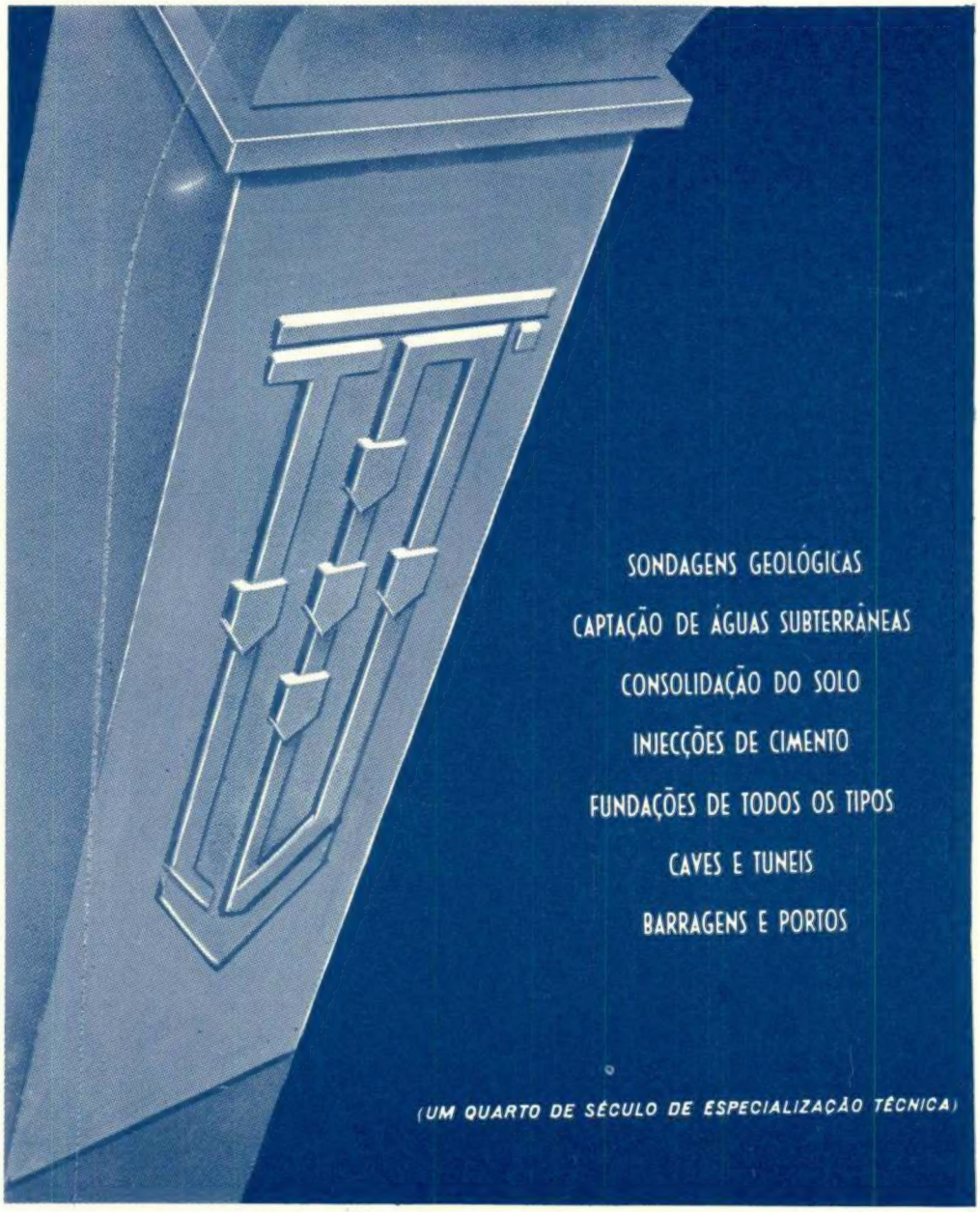
— **Wild Portugal**
Praça das Águas Livres, 8-s/l.
Tel. 98 91 12 — Lisboa.

Empresa de Sondagens e Fundações

TEIXEIRA DUARTE, L.DA

AV. DA REPÚBLICA, 42, 8.º
TELEFS. 77 70 86/7 e 77 12 65

LISBOA



SIEMENS

A RECEPÇÃO DE PROGRAMAS DE RÁDIO E TELEVISÃO

para todos
os utentes de

um imóvel

uma vila

uma cidade

pode ser efectuada por
uma única antena Siemens.

Consulte-nos sobre a nossa técnica
de projecção, construção e montagem de

ANTENAS COLECTIVAS E URBANAS

SIEMENS-COMPANHIA DE ELECTRICIDADE, S.A.R.L.

LISBOA-1: AV. ALMIRANTE REIS, 65 — TEL. 53 69 21 • PORTO: RUA DAS CARMELITAS, 12 — TEL. 2 89 43